ZELLE UND GEWEBE.

NEUE BEITRÄGE

ZUR

HISTOLOGIE DES THIERKÖRPERS.

VON

DR. FRANZ LEYDIG,
PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT ZU BONN.

MIT SECHS TAFELN.

BONN,
VERLAG VON EMIL STRAUSS.
1885.


-libris
Atwood
Kofoid
BMC



ZELLE UND GEWEBE.

NEUE BEITRÄGE

ZUR

HISTOLOGIE DES THIERKÖRPERS.

VON

DR. FRANZ LEYDIG,
PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT ZU BONN.

MIT SECHS TAFELN.

BONN,
VERLAG VON EMIL STRAUSS.
1885.

Veritatis via est et perfectio, ut formae rerum inveniantur, ex quarum notitia sequitur contemplatio vera et libera. BACO.

Vorwort.

Der Inhalt der gegenwärtigen Schrift steht in engem Zusammenhang mit den Darlegungen, welche ich vor mehr als Jahresfrist in den „Untersuchungen zur Anatomie und Histologie“ über Elementartheile des Organismus gegeben habe. Die bessere Einsicht in den Bau der Zelle, wie sie dort zum Ausdruck kam, musste auffordern, die Nachforschungen weiter auszudehnen. Es erschien als neue Aufgabe, in Erfahrung zu bringen, ob das erkannte Gefüge der Zellsubstanz in die Gewebe sich fortsetzt und wie es sich hier umgestaltet.

Und so habe ich mich unterdessen bemüht, auf der Bahn, welche zu dem angestrebten Ziele führen mag, einige Schritte vorwärts zu kommen. Vielleicht ist Solches geschehen, indem ich zu Ergebnissen gelangt zu sein glaube, welche geeignet erscheinen, unsere Gesammtanschauung über die Morphologie der Gewebe in einigen Punkten zu vereinfachen.

Durch die stetige Vervollkommnung des Mikroskopes, eines Werkzeuges, dessen Werth anfänglich manche sonst vorzügliche Beobachter nicht anerkennen wollten, vielmehr dieses Instrument als eine Quelle der Täuschung verwarfen, ist die Histologie schon seit einiger Zeit in einen neuen Abschnitt ihrer Entwicklung eingetreten. Gar Vieles von dem, was bis dahin die Natur eines gleichartigen Stoffes zu haben schien, löst sich jetzt in Structuren auf: es erschliessen sich so dem Beobachter früher unbekannt gewesene Gebiete.

Hiebei fühlt indessen jeder Sachkundige sich zu dem Geständniss gezwungen, dass unserm Wahrnehmungsvermögen trotz der leistungsfähigsten optischen Hülfsmittel und den eindringendsten

Methoden der Forschung, auch auf diesem Felde ein- für allemal Schranken gezogen bleiben, über welche wir nicht hinüberblicken können. Wir empfinden nur allzusehr, dass, was sich mit Augen sehen lässt, niemals ein Erstes und niemals ein Letztes ist, sondern immer nur ein dazwischen sich abspielendes etwa Zweites und Drittes. Wir werden nie wissen, woher das organische Leben kommt, was daraus wird, und welcher Sinn überhaupt in der ganzen vorübergehenden Erscheinung liegt. —

An den bildlichen Beigaben dieser Blätter wird Derjenige Manches zu tadeln finden, welcher die Meinung vertritt, man müsse die Gegenstände genau so gross zeichnen, als man sie unter dem Mikroskop zu sehen glaubt. Von einer solchen Regel bin ich hin und wieder abgewichen, weil es sich um sehr kleine und schwierig zu erkennende Theile handelt, wesshalb es mir richtiger dünkt, dieselben in einem Massstab zu geben, dass sie leichter in's Gesicht fallen. Derartige Zeichnungen sollen dazu dienen, schnell und übersichtlich zu belehren, was eigentlich der Beobachter an dem Gegenstande wahrgenommen hat.

Bonn, Anfang Januar 1885.

Inhaltsverzeichniss.

Erster Abschnitt.

Zelle.

Zweiter Abschnitt.

Gewebe.

Erster Abschnitt.

Zelle.

---

1. Protoplasma.

§ 1.

Jene Biologen, welche über die Lebensvorgänge bis vor Kurzem allgemeine Ansichten zu entwickeln sich zur Aufgabe machten, fussten bei ihren Betrachtungen auf dem Satze, dass das Plasma der Zellen als letzter Träger der Lebenserscheinungen structurlos sei.

Dem gegenüber haben die Forschungen der letzteren Jahre festgestellt, dass die Zellsubstanz [1]), selbst im morphologischen Sinne, ein Zusammengesetztes ist und ich habe ebenfalls, früher schon und jetzt, Nachweise über den Bau des Protoplasma und der Zelle nach dieser Richtung hin gegeben [2]). Meine Mittheilun-

---

1) In einer jüngst erschienenen Schrift begegnet man der Aufforderung, es sei zeitgemäss, die obige Bezeichnung anstatt „Protoplasma" einzuführen. Was mich betrifft, so habe ich schon vor 20 Jahren den Ausdruck „Zellsubstanz" für Protoplasma gesetzt. (Bau des thierischen Körpers, 1864, S. 12.) Wenn man übrigens, sowie ich es ebenfalls gethan, die Bezeichnung „Zellsubstanz" für gleichwerthig mit „Protoplasma" der pflanzlichen Histologie nimmt, so wollen wir uns erinnern, dass Solches nicht ganz zutreffend ist. Die Botaniker unterschieden an der Pflanzenzelle, die gleich ist dem „Primordialschlauch", eine Sonderung des „Zellinhaltes" in der Art, dass sie als „Protoplasma" oder „Plasma" eine mehr zähflüssige, schleimige, die festeren Bestandtheile, die Körnchen und den Kern führende Substanz annahmen im Gegensatz zur „Zellflüssigkeit". Ich gebrauche auch jetzt noch wie früher für beides zusammen — die Substantia opaca s. spongiosa und die Substantia hyalina — den Ausdruck Protoplasma.

2) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, 1883.

gen bezogen sich hauptsächlich auf Zellen der Arthropoden, Mollusken und Würmer.

Bei der Bedeutsamkeit, welche der Sache für unsere Gesammtanschauungen über Bau und Leben der Organismen zukommt, verlohnte es sich, weitere Beobachtungen und zwar auch an Zellen der Wirbelthiere anzustellen.

Blutzellen. — An den Blutzellen von *Triton* sah ich[1]) schon vor Längerem, bevor mir die Wahrnehmungen Anderer bekannt geworden waren, das Balken- oder Schwammwerk des Protoplasma. Es wurde hervorgehoben, wie interessant es doch sei, dass hier im kleinsten Massstabe sich dasjenige wiederhole, was nach der Beschreibung, welche WRZESNIOWSKY vom Protoplasma des Infusoriums *Loxodes rostrum* gegeben, dort im riesigen Bilde vorliege[2]). Auch hätte ferner der Abbildungen gedacht werden können, welche die Arbeiten von F. E. SCHULZE[3]) über Rhizopoden begleiten und auf denen in sehr bestimmter Weise ein dicht vacuolärer oder schwammiger Bau des Protoplasma zum Ausdruck kommt[4]).

Von Neuem habe ich die Blutzellen der Larve von *Salamandra maculosa* (Taf. 1, Fig. 6) mit stärker vergrössernden Linsen gemustert. Das Schwammgerüste zeigt sich, namentlich unter der Einwirkung härtender Flüssigkeiten, sehr deutlich und ebenso der von mir jüngst besprochene „freie Raum um den Kern", welcher sich als helle Zone zwischen Kern und netzigem Plasma abhebt. Nicht minder sicher lassen sich feine Strahlen unterscheiden, welche

---

1) Allgemeine Bedeckungen der Amphibien, 1876, Sonderausgabe S. 95. Die dort mitgetheilten Beobachtungen fallen in das Jahr 1873.

2) a. a. O. S. 110.

3) Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XI.

4) Die Abbildungen, welche den Schwammcharakter des Protoplasma versinnlichen sollen, tragen durchweg einen mehr oder weniger schematischen Charakter; denn naturgetreu liesse sich das wirkliche Aussehen nur wiedergeben bei Anwendung eines sehr grossen Massstabes. Der Beobachter, welcher sich wiederholt und vergeblich bemüht hat, das Balken- und Blätterwerk und die umschlossenen Höhlungen der Zellsubstanz nach den Licht- und Schattenverhältnissen zu zeichnen, hat die richtigen Modelle sofort vor sich, wenn sein Blick auf die gut gereinigten und mannichfach in ihrem Balkenwerk geformten Schwammkörper eines Schaufensters fällt. Ein Plasmaklumpen, riesig vergrössert und bei auffallendem Licht gezeichnet, würde einem solchen Schwammkörper sehr ähnlich sein!

vom Kern ausgehend den lichten Raum durchdringen und sich ins Balkenwerk des Plasma verlieren [1]). In Bau und Anordnung der Elemente des Gerüstes macht sich insofern ein Wechsel bemerklich, dass die Bälkchen in der einen Zelle feiner, in der andern gröber sind, auch das Netzwesen im Ganzen bald eng-, bald weitmaschiger auftritt. Wir dürfen wohl zur Erklärung dieser Erscheinung annehmen, dass einzelne von Contractilität bedingte Zustände durch die Hülfsmittel der Untersuchung festgehalten wurden. Die lebende kreisende Blutzelle stellt sich freilich anders dar: anstatt des Schwammgerüstes erscheint ihr Leib von ganz gleichartigem homogenem Aussehen [2]).

In den Blutzellen wirbelloser Thiere, insbesondere der Insecten, Krebse, Gastropoden und Anneliden, welche ich nachträglich noch besehen habe, ist überall, gehörige Vergrösserung vorausgegesetzt, das Plasmanetz nachweisbar [3]).

Bindegewebszellen. — Zieht man die Bindegewebszellen der Salamanderlarve unter den Umständen von vorhin zur Untersuchung heran, so kehren immer dieselben Structurverhältnisse wieder.

Im Flossensaum z. B. finden sich bekanntlich ganz auffallend grosse und weithin verzweigte Bindegewebskörper (Taf. I, Fig. 1). Nicht nur den anscheinend körnigen Leib der Zelle vermag man in ein zartes Schwammwerk aufzulösen, sondern auch die Ausläufer, indem wir sie genau betrachten, zeigen das gleiche Verhalten. Ferner lässt sich gar wohl unterscheiden, dass ausser den-

---

1) Wenn R. Wagner (Zur vergleichenden Physiologie des Blutes, Leipzig 1833), indem er die „Blutkörnchen“ der Schildkröte beschreibt, sagt: „Vom Kerne aus liefen oft Streifen nach dem Rande“, so sind damit selbstverständlich nicht die obigen Plasmastrahlen gemeint, welche mit den damaligen Hülfsmitteln gar nicht zu sehen waren, sondern Faltenbildungen der Oberfläche der Blutzelle. Daher vergleicht sie auch schon der Genannte mit „Kerben oder Rissen“, wie sie an den abgestreiften Eihülsen von Blutegeln und Räderthieren auftreten.

2) Man vergleiche auch die Abhandlung von A. Böttcher im Archiv f. mikr. Anat. Bd. XIV. Ich glaube in den manchfaltigen Formen, welche die Innensubstanz der rothen Blutkörperchen dort zeigt, eben solche Umbildungen und Gestaltveränderungen des Schwammwerkes erblicken zu dürfen. Manches hiervon passt auf dasjenige, was ich von den Blutzellen des *Pleurodeles* abgebildet habe.

3) Ueber die Blutkörperchen von *Cetonia aurata* habe ich früher berichtet. Untersuchungen z. Anat. u. Hist. S. 97.

jenigen „Körnern“, welche von den Knotenpunkten des Netzes vorgestellt werden, noch wirkliche Granula, dunkler von Ansehen und von einigem Fettglanz, zugegen sind. Sie können moleculare Bewegung zeigen.

Knorpelzellen. — Klar hebt sich auch die netzige Beschaffenheit in den Knorpelzellen der Larve unseres Urodelen ab.

In den Elementen des Knorpels, z. B. der Nasenkapsel macht sich ausserdem wieder eine Höhlung um den Kern bemerklich, durch welche feine Strahlen hindurch zum Kern ziehen. Anbelangend die nähere Anordnung der Züge des Balkenwerkes, so treffen wir abermals auf Verschiedenheiten, die wohl im vorhin angedeuteten Sinne ausgelegt werden dürfen. So geht an dem eben gedachten Knorpel das Netzwerk, welches zunächst des Hohlraumes dichter gefilzt ist, nach dem Umfang der Zelle hin weitmaschig und dünnstrahlig auseinander, den Raum der Kapsel durchspannend (Taf. I, Fig. 14). Dann begegnet man aber wieder — es war solches der Fall im Knorpel der Kiemenbogen — einem Zellenleib von dicht zusammengezogener Schwammart, wodurch zwischen ihm und der Zellkapsel eine weite Lichtung sich aufthut, in welche hinein sich vom Zellenleib feine Spitzen verlieren, die man wohl für Anfänge zartester Fäden nehmen darf, welche die Poren der Kapsel durchdringen mögen. Knorpelzellen der Gliedmassen können dasselbe Verhalten aufzeigen.

Wieder ein anderes Bild kann sich dadurch darbieten, dass das Plasma nach aussen durch eine eng sich folgende Punktreihe, offenbar entstanden durch Zusammenrücken der Knotenpunkte des Balkenwerkes, gebildet wird. Und diese Beschaffenheit führt hinüber zu einer anscheinend hautartigen Begrenzung des Plasma innerhalb seiner Kapsel.

Auch an Knorpelzellen der Säugethiere lässt sich Entsprechendes finden, z. B. schön im Rippenknorpel der neugeborenen Katze, namentlich wenn das Thier einige Tage lang in eine Mischung von Chromsäure und Essigsäure gelegt worden war. Der bei mässiger Vergrösserung „krümelige“ Inhalt der Knorpelzelle tritt uns bei Anwendung guter Linsen auch hier als Filzwerk entgegen mit theilweise strahliger Anordnung der Bälkchen. In vielen Zellen schliesst die Netzsubstanz auswärts und noch weit abstehend von der Kapsel mit einer anscheinend körnigen Randschicht ab, die wieder nur durch noch dichteres Zusammenrücken und Sich-

verbinden der Strahlen und ihrer knotigen Verdickungen entstanden sein kann.

Knochenkörperchen. — Dass die Zellen des Knochengewebes von den übrigen Zellen der Bindesubstanz im Bau ihres Plasma keine Ausnahme machen, wird aus den Mittheilungen, welche unten über das „Knochengewebe“ gegeben werden, erhellen. Es sei an gegenwärtiger Stelle nur erwähnt, dass das Plasma netzig ist, der Hohlraum um den Kern nicht fehlt, auch strahlige Züge zugegen sind (Taf. II, Fig. 27).

Ganglienzellen. — Es darf immer wieder in Erinnerung gebracht werden, dass REMAK es war, welcher zuerst ein faseriges Gefüge in zwei Schichten an Ganglienkörpern der Rochen erkannt hat, nachdem dieselben in Chromsäure aufbewahrt gewesen waren. Aus den Formen der Ganglienkörper verschiedener Thiere, welche der erneuten Prüfung jetzt von mir unterzogen wurden, seien zunächst diejenigen des Bauchmarkes vom Rossegel (*Aulocostomum*) genannt.

Bekanntlich lassen sich dieselben nach Grösse und sonstigem Aussehen in verschiedene Gruppen theilen und auch die schwammige Structur der Zellsubstanz zeigt Verschiedenheiten: die einen haben ein engeres, die anderen ein gröberes Maschengefüge; es gibt Ganglienkugeln, deren Leib im frischen Zustande ein nahezu ganz helles, homogenes Aussehen hat; bei anderen hebt sich zunächst um den Kern eine granuläre Zone ab, mit Richtung in den Stiel des Ganglienkörpers, während nach aussen die Substanz rein homogen oder feinkörnig erscheint. Lassen wir passende Chemicalien einwirken, so kommt überall das netzige Gefüge zum Vorschein und dort, wo man Körnchen zu erblicken glaubt, ist das Maschenwerk besonders dicht. In dem körnigen in den Stiel ziehenden Streifen nimmt das Filzwesen im Einklang mit der Gesammtform den längsfaserigen Charakter an. Man könnte auch sagen: Jener Theil des protoplasmatischen Schwammwerkes, welcher den Kern umzieht, kann sich in seinen Bälkchen so gruppiren, dass ein System von Faserstreifen mit der Richtung gegen den Stiel des Ganglienkörpers zuwege kommt (Taf. I, Fig. 2).

Das nähere Verhalten des streifigen Wesens gewisser Ganglienkugeln der Anneliden, Insecten und Weichthiere habe ich vor Kurzem an den Nervenzellen von *Limax* und *Arion* aufklären können[1]).

---

1) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie, 1883, S. 55, Taf. VII,

Es handelt sich um ein Flechtwerk, dessen stärkere Gerüstbalken spindelförmig angeschwollen sind und den concentrischen Verlauf einhalten. Es darf das Eigenthümliche dieses Baues um so mehr hervorgehoben werden, als, was ich nachträglich sehe, in einer Schrift von HANS SCHULTZE [1]), welche sonst genau auf die Sache eingeht, an den Ganglienkörpern nur einfache Linien gezogen erscheinen: weder von dem Flechtwerk, noch den spindeligen Verdickungen ist auf den Abbildungen etwas zu sehen. Auch dem neuesten Beobachter VIGNAL [2]), welcher Darstellungen von Ganglienkugeln wirbelloser Thiere gegeben hat, sind diese Structuren noch entgangen.

Und doch ist auch bei Insecten und Krebsen dasselbe nachzuweisen, was ich an Weichthieren gefunden hatte. Ich gedenke z. B. der grossen Ganglienkugeln aus dem Gehirn von *Dytiscus* und aus dem Bauchmark von *Astacus* (Taf. I, Fig. 12). In beiden Fällen können wir uns überzeugen, dass die concentrische Streifung auf einem dichten Flechtwerk beruht, dessen Knotenpunkte Anschwellungen von spindeliger Form sind.

An den Ganglienzellen der Wirbelthiere nicht minder lässt sich die gleiche Beschaffenheit der Zellsubstanz wahrnehmen, obgleich sie hier etwas schwächer ausgeprägt erscheint und daher weniger ins Auge fällt. Die Spinalknoten am Halse der Katze, behandelt mit Chromsäure und Essigsäure, liefern auf Schnittpräparaten zwar meist nur solche Ganglienkugeln, deren Leib von einem

---

Fig. 73. Es sei auch hier einer älteren Abbildung gedacht, welche „an enormous cell from common slug" versinnlicht und dem Protoplasma dieser Ganglienkugel eine concentrische Streifung wenigstens in Andeutung gibt: JOHN DEAN, Microscopic anatomy of the lumbar enlargement of the spinal cord. American Academy of Arts and Sciences, 1860, Pl. XLVIII, Fig. 34.

1) HANS SCHULTZE, Ueber eine fibrilläre Structur der Nervenelemente bei Wirbellosen. Archiv f. mikrosk. Anat. 1879.

2) VIGNAL, Rech. histol. sur les centres nerveux de quelques invertébres. Arch. de Zool. experiment. 2. Ser. Vol. I. — Im Augenblicke beschreibt uud zeichnet auch ROHDE (Beiträge zur Kenntniss der Anatomie der Nematoden. Zool. Beitr. herausgegeben von A. SCHNEIDER, I, 1883) eine sehr ausgeprägte „fibrilläre Structur" der Ganglienkugeln von *Ascaris megalocephala*. „Die Zelle zerfällt in Fasern"; die Streifung kann in manchen „radiär" verlaufen, theils nur am Rande, theils bis ins Innere sich erstreckend; an anderen Orten kommt eine concentrische Streifung vor.

sehr feinen Schwammwerk durchsetzt ist; aber in einzelnen tritt doch auch die concentrische, geflechtartige Streifung (Taf. VI, Fig. 126) auf und durch scharfes Zusehen gewinnt man die Ueberzeugung, dass sie in gleicher Weise bedingt ist, wie bei den Ganglienkugeln der vorgenannten Wirbellosen.

Bei Betrachtung der bekannten Tafel, welche die Schrift von M. SCHULTZE [1]) über den Bau der Ganglienkugeln und der Nervenfasern begleitet, und insbesondere die riesigen Ganglienkugeln aus dem elektrischen Lappen des Zitterrochens darstellt, besteht für mich kein Zweifel, dass die feinen Fasern des Plasma, welche sich in die Fortsätze hinein verlieren, dem Fächerwerk gleich sind, wie es im Obigen erörtert wurde. Die „fibrillae" halte ich für die grösseren Balken; die „substantia granulosa" dazwischen wird sich bei der Nachprüfung wohl als feinstes Netz- und Gitterwerk erkennen lassen, an dem die „Fasern" nur die stärkeren Bälkchen sind. Echte Granula sind, was die Abbildungen M. SCHULTZE's zeigen, ebenfalls zugegen, nicht minder Häufchen von Pigmentkörnern.

Epithelzellen. — In Epithel- und Drüsenzellen lässt sich da und dort bei Wirbellosen, wie ich früher mitzutheilen in der Lage war, eine Zerlegung des protoplasmatischen Netzwerkes in stärkere Längsbalken erkennen, was sich zunächst durch ein einfach streifiges Wesen der Zelle ankündigt. Doch erlaubt die besondere Dicke der Einzelbalken bald, mit Sicherheit zu sehen, dass ihr rauher Rand ein feines dazwischen liegendes Netz aufnimmt, von welchem eben jene Längsstreifen die derberen Züge sind [2]).

Nicht anders, wie ich jetzt anzugeben vermag, verhalten sich gewisse längsstreifige Epithelzellen bei Batrachiern. Es seien hierzu als Beispiel die Flimmerzellen (Taf. I, Fig. 9) am Gaumen der Larve des Salamanders genannt. Gehörige Vergrösserung macht sichtbar, dass die Längslinien im Innern dieser Zellen dieselbe Anordnung, wenn auch im winzigen Massstab wiederholen, welche sich etwa in den Sericterien der Insecten so kräftig entwickelt zeigt. Es können die Längsstreifen in den Zellen der

---

1) M. SCHULTZE, Observationes de structura cellularum fibrarumque nervearum, Bonnae 1869.

2) Vergl. Untersuchungen zur Anatomie u. Histologie der Thiere, S. 51.

genannten Larve zunächst sich so ausnehmen, wie wenn sie aus aufgereihten Körnchen beständen, aber in Wirklichkeit sind es Substanzstreifen mit rauhem Rand und feinstem Netz dazwischen[1]).

Dass im lebenden Epithel auch der Amphibien das Gerüstwerk dem Blick sich völlig entziehen kann, mag aus einer hier anzuschliessenden Beobachtung entnommen werden.

Ich züchtete Larven von *Triton taeniatus* im Zimmer unter Umständen, die mich verhinderten, den Thieren reichlichere Nahrung zu beschaffen. Die Folge war, dass die Entwicklung nur langsam vorwärts ging; die Larven blieben nicht bloss klein, sondern wurden in auffallender Weise hell und durchsichtig. Besah man die Oberhaut eines solchen, etwa 1 cm langen Wassersalamanders, z. B. aus der Gegend des Flossensaumes, so erschien das Epithel von einer derartigen Blässe und Zartheit, dass es Mühe machte, die Zelle und ihre Umrisse zu erkennen, besonders wenn nicht etwa vorhandene Pigmentkörnchen einen Fingerzeig gaben. Anstatt nun des sonst unter andern Bedingungen deutlich erkennbaren protoplasmatischen Schwammwerkes hatte man nur eine anscheinend homogene Substanz vor sich. Ich möchte nicht annehmen, dass ersteres wirklich gefehlt hat, sondern denke mir, dass die Lichtbrechung des Gerüstwerkes und der Zwischensubstanz ganz die gleichen gewesen sind und daher das eine in dem andern für das Auge aufging. Für diese Ansicht spricht auch, dass selbst der Kern der Zellen unter diesen Verhältnissen nur ein blasser homogener Fleck ist, ohne Spur eines inneren Netzes.

Drüsenzellen. — Von solchen besah ich mir an Wirbelthieren diesmal unter anderen jene der Leber.

Beim Salamander ist ein grobes Maschenwerk des Plasma deutlich zugegen (Taf. IV, Fig. 57); nicht anders bei Säugern, wie sich wenigstens an der Leber der neugeborenen Katze und ebenso des Kalbes gut erkennen lässt. Für die Betrachtung mit gewöhnlichen Linsen erscheint die Zellsubstanz wie so oft einfach körnig.

Samenkörperchen. — Auch in jenen Formen der Samen-

---

1) Ich darf wohl auf die von mir bereits im Jahre 1868 gegebene Abbildung von Epidermiszellen des Laubfrosches hinweisen, welche, obschon mit schwächeren Linsen gezeichnet, doch bereits die betreffenden Streifen körnig und rauhrandig gibt: Fig. 6, Taf. I der Abhandlung: Organe eines sechsten Sinnes.

elemente, welche den Zellencharakter beibehalten, mag ein schwammiger Bau des Plasma allgemein vorhanden sein, eine Vermuthung, die ich freilich einstweilen bloss durch die Untersuchung der Spermatozoen von *Ascaris megalocephala* stützen kann.

Der Leib des einzelnen Spermatozoon besteht aus einem plasmatischen Netzwerk mit bestimmt hervortretenden Knotenpunkten, und begrenzt einen zur Aufnahme des Kerns dienenden Hohlraum (Taf. I, Fig. 10). Der Rand des Kerns, um auch dieses gleich zu erwähnen, geht in Strahlen aus, welche den hellen Hof durchdringend sich ins Maschenwerk verlieren. In den Räumen des Plasmanetzes ist eine homogene helle Zwischensubstanz geborgen, welche ausgeflossen eine helle Halbkugel um das Netzwerk bilden kann. Das Spermatozoon im fertigen Zustande besitzt auch noch eine Art kegeliger Kappe oder Spitzhut, vom Aussehen einer cuticularen Ausscheidung, und zeigt bald gerade Ränder, bald auch quere, durch Einfurchung entstandene Linien. Gedachter Theil wird wohl den starreren Partien im Gefüge anderer Samenelemente entsprechen.

§ 2.

Strahlige Zeichnungen. — Die im Plasma des befruchteten Eies auftretenden Figuren von strahliger, spindel- und tonnenförmiger Gestalt mussten von dem Augenblicke an, als die Aufmerksamkeit sich auf dieselbe gelenkt hatte, die Frage nahe legen, woher denn eigentlich diese so auffallenden und eigenartigen Bildungen den Ursprung nehmen. Sind dieselben etwas ganz Neues oder nur Umformung von schon Bestehendem?

Bei meinen dem Bau des Plasma gewidmeten Studien war ich zu der Ueberzeugung gelangt, dass die Strahlen, Spindeln und Tonnen ihren Ausgangspunkt in den fadigen Sonderungen des Protoplasma, also in einer vorgebildeten, schon bestehenden morphologischen Gliederung der Zellsubstanz haben[1]. Unterdessen wurde auch Gelegenheit genommen, an den Eiern von *Ascaris megalocephala* den unmittelbaren Zusammenhang und das Hervortreten der Linien der Spindeln und Tonnen aus dem Spongioplasma des Dotters zu verfolgen. Bei gehöriger Vergrösserung und Aufmerksamkeit kommt zur Ansicht, dass die besagten Streifen in der That Fortsetzungen der Netzbälkchen sind und die Verdickungen

---

1) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, S. 144.

oder Klümpchen von den Knotenpunkten des Schwammnetzes abstammen.

Noch mag an dieser Stelle erwähnt werden, dass ein Zug strahliger Gruppirung der Elemente im Ei sich schon mehrmals den Beobachtern bemerkbar gemacht hat. So weist REMAK darauf hin, dass in dem Ei des Frosches, welches in der Furchung begriffen ist, „graue radiale Streifen" sichtbar sind [1]). REICHERT beschreibt und zeichnet eine strahlige Anordnung im Dotter des Hechtes [2]). Wie sich diese Beobachtungen zu den meinigen stellen, wornach im Plasma des Eierstockseies vom Frosch eine radiär streifige Sonderung durch die ganze Eizelle sich erstreckt, bleibt noch im Näheren zu ermitteln. Dass es sich aber im Grossen und Ganzen um ein Gefüge und einen Vorgang von gemeinsamem Charakter handelt, darf wohl schon jetzt angenommen werden.

Endlich sei auch in Erinnerung gebracht, dass bereits vor mehr als einem halben Jahrhundert eine strahlige bis zum Kern sich erstreckende Gruppirung der „Körnchen" im Zellplasma gesehen wurde. Es ist GUSTAV CARUS, welcher dieses Merkmal auf seinen die Furchungskugeln der Muscheln versinnlichenden Figuren aufs Deutlichste ausgedrückt hat [3]). Unser Schriftsteller hat freilich noch keine richtlge Vorstellung von dem, was er sieht und zeichnet; denn er vergleicht die Furchungszellen des Muscheleies der Felder- und Tafelbildung der Schale vom Seeigel und denkt sich, dass der Embryo der Muschel eine Stufe der Entwicklung durchläuft, welche bei diesem „Oozoon" vollkommener hervortritt. Betrachte ich übrigens z. B. die gerade vor mir liegenden Abbildungen, welche SCHLOTHEIM [4]) über *Echinosphaerites* gegeben hat, so ist allerdings die äussere Aehnlichkeit [5]) eines solchen Echinodermen mit einem sich furchenden Ei, dessen Ballen theilweise die strahlige Beschaffenheit haben, eine überraschend grosse.

Selbstverständlich ist im Hinblick auf das Ei der Muschel

---

1) REMAK, Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere, 1855, Taf. IX, Fig. 2.

2) REICHERT, Der Nahrungsdotter des Hechteies. Archiv f. Anatomie u. Phys. 1857.

3) G. CARUS, Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte unserer Flussmuschel, Verhandlungen d. Leop. Carol. Akad. 1832, Taf. II, Fig. 3.

4) Zeitschrift Isis 1826.

5) etwa von Fig. 2, Fig. 4, Fig. 5 a. a. O.

meine Erklärung der strahligen Figuren wieder die, welche ich hier und anderwärts gab: ich nehme an, dass die „Körnchen" zunächst in die Substanz heller Plasmafäden gebettet sind und von letzteren daher in erster Linie die Aufreihung der Körnchen abhängt.

§ 3.

Intracellulargänge. — Mit den Sonderungen des Plasma, wie sie im Vorhergehenden erörtert wurden, steht auch das Auftreten von Intracellulargängen in Zusammenhang.

Ich verweise bezüglich des Näheren auf meine zuletzt gegebenen Darlegungen und halte es an dieser Stelle für passend, zu erwähnen, dass ich bei der in jüngster Zeit vorgenommenen Untersuchung der Schleifenkanäle von *Clepsine* mich von der Anwesenheit der Intracellulargänge von Neuem überzeugte, indem ich dieselben Verhältnisse wiederfand, wie ich sie an *Aulocostomum* beschrieben habe [1]. Mit Hülfe starker Linsen lässt sich sehen, dass die Streifen oder Stäbchen des Protoplasma die Bälkchen bilden, welche die Zwischenräume begrenzen [2].

---

1) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, S. 70, Taf. V, Fig. 59, Fig. 60.

2) In der eben ans Licht tretenden wichtigen Arbeit von Bourne, Contributions to the Anatomy of the Hirudinea, Quart. Journ. of micr. Scienc.. 1884, wird der Bau der Schleifenkanäle sowohl als auch deren Lage und Verbindung mit anderen Theilen des Körpers von *Clepsine* und den übrigen Gattungen in bedeutsamem Grade aufgehellt. Die Beobachtungen und historischen Erörterungen über den anatomischen Bau der Hirudineen, welche ich der Abhandlung über *Phreoryctes* (Arch. f. mikr. Anat. 1865) angeschlossen habe, sind, nebenbei bemerkt, dem englischen Forscher fremd geblieben, weshalb er Einiges mir gegenüber verbessern zu müssen meint, was ich schon vor zwanzig Jahren berichtigt habe.

2. Zellmembran.

§ 4.

Arten und Herkommen. — Eine grosse Anzahl von Zellen des Thierkörpers lebt fort, ohne eine Membran zu erzeugen; es bleibt bei der Begrenzung des Zellleibes durch die Enden des Schwammgerüstes und deren Verknüpfungen.

Andererseits gibt es Zellen, deren Körper sich mit einer Hülle oder Membran umgibt, über deren Entstehung ich mich vor Jahren dahin äusserte, dass sie aus einer erhärtenden Grenzschicht der im Uebrigen weichen Zellsubstanz hervorgehe [1]. Diese Fassung des Vorganges wird man gar wohl auch jetzt noch für richtig gelten lassen, so lange man die Zellen unter den geringeren Linsen von damals vor sich hat, welche eben das Protoplasma meist nur so weit vergrössern, dass es sich wie eine einfach homogene Substanz ausnimmt.

Auf Grund fortgesetzter Studien über das Auftreten einer Zellhülle unterschied ich später neben der Zellmembran, welche durch Erhärtung der Rindensubstanz des Protoplasma zu Wege kommt, noch eine andere Umgrenzung, die ich Cuticula nannte. Der Charakter derselben sei, dass sie einer Substanz den Ursprung verdanke, welche vom Zellenleibe abgeschieden über die Grenze des Protoplasma hinaus erfolge [2].

---

1) Histologie, 1857, S. 9.

2) Bau des thierischen Körpers, 1864, z. B. S. 25, S. 34. — Eierstock und Samentasche der Insecten, Nov. act. acad. Leop. Carol. 1867. — Allgemeine Bedeckungen der Amphibien, 1876. Sonderausgabe S. 14. — Waren es früher namentlich Gruppen wirbelloser Thiere gewesen, an denen gezeigt werden konnte, dass jene homogenen Schichten, welche von der Beschaffenheit eines weichen Saumes bis zu dicken harten Lagen sich fortbilden können, Abscheidungen darunter gelegener Zellen seien, so vermochte ich nach und nach das Gleiche an Wirbelthieren, insbesondere an deren Integumente darzuthun, z. B. an der Hautdecke der Schlangen, Eidechsen, Amphibien (Archiv f. mikrosk. Anat. 1873).

Auch diese Unterscheidung halte ich jetzt noch für zutreffend und es drängt nur die fortschreitende Einsicht in den Bau des Protoplasma zu der weiteren Frage, in welchem Verhältniss die Zellmembran einerseits zu dem Fachwerk und andererseits zu der Zwischensubstanz des Plasma steht. Kommt, was ich „Erhärtung zu einer Rinde“ nannte, einzig und allein durch plattenartige Verbreiterung der Endpunkte des Gerüstwerkes, des Spongioplasma, zu Stande, und ist ferner die abgeschiedene Cuticula bloss aus der homogenen Zwischensubstanz oder dem Hyaloplasma hervorgegangen?

So wünschenswerth es auch wäre, durch eigens darauf gerichtete Untersuchungen sichere Auskunft über diese Punkte zu erlangen, so ist solches einstweilen kaum möglich. Es handelt sich um derartig feine Structuren, dass man denselben selbst mit den gegenwärtigen Hilfsmitteln nicht in allen Fällen nachzugehen vermag.

Gleichwohl bin ich insofern etwas weiter gekommen gegen früher, als ich auf Thatsachen stiess, welche es wahrscheinlich erscheinen lassen, dass es Uebergänge gibt zwischen der Zellmembran, welche durch „Erhärtung der Rindenschicht des Protoplasma“ entsteht, und jener, welche unter den Begriff der Cuticularbildung fällt, sei es dass sie als abgeschiedene Substanz rings um die Zelle oder nur an einem Theil des Zellkörpers hautartig auftritt.

Durchmustern wir z. B. mit Aufmerksamkeit die hohen Cylinderzellen, welche das Darmepithel bei *Ascaris megalocephala* bilden, so hebt sich der oberste Theil des Zellkörpers, welcher unmittelbar unter der Cuticula liegt, sehr bestimmt als helle Zone von dem übrigen körnigen Protoplasma ab. Gedachte Zone ist ohne Zweifel als Rindenschicht des Kopftheiles der Zelle anzusprechen; sie lässt sich aber auch ohne Zwang als Anfangszustand der Cuticula deuten, wobei wir uns noch weiter vorstellen dürfen, dass die in den Maschenräumen des protoplasmatischen Schwammwerkes enthaltene Zwischensubstanz es sei, welche sich hier angesammelt hat.

Verwandte Erscheinungen kamen an der äusseren Haut des Rossegels, *Aulocostomum*, unter Einwirkung von Reagentien zu Stande. Der Kopftheil der Matrixzellen der Cuticula konnte nämlich schon eine Umwandlung zeigen, die auf ein Anfangsstadium in der Bildung der Cuticula gedeutet werden durfte.

Auch die Riechzellen der Wirbelthiere, von denen unten beim „Epithel“ ausführlicher die Rede sein wird, können hier angezogen

werden. Durch die homogene Substanz, welche, wenn hervorgetreten, die Riechfädchen bildet, kann ein heller Strich am freien Ende der Zelle zu Stande kommen, der für's Auge wie eine Cuticula wirkt, jetzt aber noch nicht nach aussen gelangt ist, sondern dem Innern des Kopftheiles der Zelle angehört.

Indem wir so den früheren und den gegenwärtigen Wahrnehmungen Rechnung tragen, so lässt sich nach dem einstweiligen Stand unserer Kenntnisse ein dreifaches Verhalten der „Zellmembran" aufstellen:

1) Es kommt eine festere Begrenzung der Zelle dadurch zu Stande, dass die Bälkchen und Knoten der Gerüstsubstanz oder des Spongioplasma zusammenrücken. Für diese Form der Begrenzung kann freilich der Ausdruck „Membran" nicht durchweg als zutreffend gelten; die Bezeichnung wird aber passend, wenn wir an die Fälle denken, wo die Randpunkte der Bälkchen sich plättchenartig verbreitern und zusammenschliessend in bestimmterer Weise eine membranartige Begrenzung zu Wege bringen.

2) Die Zellmembran entsteht durch Hervortreten des Hyaloplasma oder der Zwischensubstanz nach aussen. Dadurch würde ein homogenes Häutchen zu Stande kommen, das geschichtet sein kann, verschiedene Grade der Härtung annimmt und mehr den Eindruck einer Kapselbildung macht.

3) In manchen, ja vielen Fällen namentlich der Cuticularbildung, betheiligen sich Spongioplasma und Hyaloplasma an der Bildung der „Membran" oder der „Kapsel" zugleich. Das erstere sendet zahlreiche fadige Fortsätze ab und das zweite umhüllt in zusammenhängender Lage die Ausläufer oder Härchen. Im Aufbau der oft so massigen Cuticularbildungen mögen wohl mancherlei typische Verschiedenheiten in der Betheiligung bald des einen, bald des anderen Elementes der Zelle vorkommen, was noch näher zu erforschen sein wird.

Durch manche der beigegebenen Figuren wird vielleicht, auch ohne dass dieselben ins Schematische hinüber geführt wären, zum Ausdruck gebracht, welchen Standpunkt ich gegenwärtig in der beregten Frage einnehme.

Noch sei einer in gewissem Sinne cuticularen Erhärtung oder Umbildung des ganzen Zellleibes gedacht, welche weiterer Prüfung empfohlen sein mag. Ich verweise z. B. auf Beobachtungen von mir am Integument der Batrachier, allwo die einzelnen Epidermis-

zellen durch und durch in geschichtete Plättchen oder Häutchen verwandelt erscheinen [1]). Auch der unten noch einmal zu erwähnenden Zellen, welche bei Gastropoden die „Kiefer“ zusammensetzen, könnte hier gedacht werden. Uebergänge manchfaltiger Art werden aber auch in diesen Structurverhältnissen wahrscheinlich noch zu Tage kommen.

§ 5.

Porosität. — Ein allgemeiner Charakter der membranartigen oder wirklich membranösen Begrenzung des Zellenleibes ist ihre Porosität.

Ich habe schon anderwärts hervorgehoben, dass die Aussenfläche der Zellsubstanz, insofern sie aus maschigem Gerüste und eingeschlossener Zwischenmaterie besteht, den Charakter des Porösen oder Dichtlöcherigen, vielleicht da und dort nur vorübergehend, hat [2]). Wenn alsdann durch Verdickung oder Verbreiterung der Randpartien des Schwammgerüstes die Grenze der Zelle mehr das Aussehen einer Membran angenommen hat, so weisen die feinen Lichtungen am Grenzsaum auf die bleibende Anwesenheit der Poren hin.

In den vom Zellkörper abgeschiedenen Cuticularbildungen fehlt ferner wohl niemals die Durchbrechung der Membran durch Löchelchen oder, wenn sie dicker ist, durch Kanälchen.

Es mögen zunächst einige meiner neueren Wahrnehmungen über die Porencanäle und deren Beziehung zum Zellenleib hier Platz finden, um alsdann die Frage nach ihrer Entstehung noch einmal besser erwägen zu können.

1. Der hohe Cuticularsaum über den Epithelzellen im Darm von *Ascaris megalocephala* ist deutlich senkrecht gestrichelt und kann ein wie zerklüftetes Aussehen annehmen. Bei starker Vergrösserung besehen erscheinen die senkrechten Striche als Fortsetzungen des Fachwerkes der Zellsubstanz, des Spongioplasma, ähnlich einem Besatz von Flimmerhärchen. Zwischen ihnen bleiben Hohlgänge, welche nach abwärts in die Maschenräume, also zum Hyaloplasma, führen. Blicken wir auf die Oberfläche der Cuticula, so kommen nicht bloss rundliche feine Poren zur Ansicht, sondern

1) Morphol. Jahrb. Bd. II, insbesondere Taf. VIII, Fig. 7.

2) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, 1883, S. 74.

auch das Bild verzweigter offener Gänge, die einen grösseren Durchmesser haben, als die Poren. Es ist schwierig, die zwei Bilder der Fläche und des Durchschnittes in durchaus sicheren Einklang zu bringen. Die grösseren verzweigten Oeffnungen könnten auf Intercellularräume ausgelegt werden, aber ob die feinen Löchelchen nur über den cilienartigen Fortsätzen des Spongioplasma stehen und nicht auch zwischen denselben, blieb zweifelhaft.

2. Die von mir schon zu wiederholten Malen untersuchten Epithelzellen des Integumentes der Batrachier habe ich von Neuem unter Tauchlinsen vorgenommen und zwar am Flossensaum der Larve von Urodelen. In der Profilansicht geben sich an der Zelle der obersten Lage Strichelchen zu erkennen, welche von der Zellsubstanz herrühren, das heisst Ausläufer des Spongioplasma sind; dazwischen sind helle Räume. Von der Oberfläche gesehen, bietet sich ein Anblick dar, wie wenn die Zellen von feinen Löchelchen durchstochen wären und dass die Punkte in der That etwas von den Granula und den Pigmentkörnern Verschiedenes seien, lässt sich mit Sicherheit ermitteln (Taf. I, Fig. 8). Steigert man nun die Vergrösserung so weit es möglich ist, so glaube ich noch etwas zu erkennen, was geeignet scheint, gewisse frühere Zweifel[1]) zu lösen. Verfolgt man nämlich die senkrechten Striche, welche von dem plasmatischen Fachwerk sich in die Cuticula erheben, so endet der einzelne Strich zuletzt wie mit einer leichten Verdickung von dunklerem Aussehen (Taf. I, Fig. 16). Wechsel in der Einstellung des Mikroskopes lässt wahrscheinlich werden, dass, was sich im Profil als Strich zeigt, in der Flächenansicht eigentlich eine blatt- oder leistenförmige Erhöhung ist. Ebenso erweist sich unter gleichen Umständen das verdickte und härtlich gewordene Ende des Fadens, der cuticulare Punkt, nur als der Durchschnitt einer Sculpturlinie der Oberfläche. Trotz alledem ist wieder einzugestehen, dass ich nicht Alles, was sich von der Oberfläche bietet, mit dem im optischen Schnitt sich Zeigenden, in Zusammenhang zu bringen weiss. Die Löchelchen, die Striche, die Reliefbildungen — Alles ist so zart und klein, dass das achtsamste Zusehen und Vergleichen doch

1) Allgemeine Bedeckungen der Amphibien, 1876, Sonderausgabe S. 4. — Auch die drei Jahre später gemachten Beobachtungen an der Epidermis von *Pleurodeles* wiesen schon theilweise auf die obige Erklärung hin. (Archiv für Naturgeschichte, 1879, S. 224.)

zuletzt uns im Zweifel lässt, ob man auch wirklich durchweg richtig gedeutet habe.

3. Auch bei tiefer stehenden Thieren, wenn die Cuticularschicht sehr dünn ist, erscheint in der Flächenansicht die Zelle selbst porös. Betrachte ich z. B. die Epidermis des Egels *Nephelis* im frischen Zustande und bei starker Vergrösserung, so stellt sich die Oberfläche der Zelle wie übersät von feinen Löchelchen dar, wovon sich abermals, namentlich beim Absterben des Thieres, einzelne Löchelchen zu grösseren Oeffnungen erweitern.

Die Erhärtung der Cuticula kann dazu beitragen, die Poren besser hervortreten zu lassen. Bei dem nahe stehenden Egel *Clepsine bioculata* z. B. setzt sich bekanntlich am 7. Ringe eine hornbraune Platte am Rücken ab, welche sich wie eine zapfenartig vorspringende und über eine Eintiefung oder Grube halbdeckelartig sich wölbende Partie ausnimmt. An ihr ist die Cuticula des Integuments chitinisirt, daher die braune Farbe, und stellen wir bei starker Vergrösserung auf die freie Fläche ein, so zeigt sich deutlich die Platte von fein poröser Beschaffenheit.

4. Ist der Zellenleib selbst, auch ohne hinzutretende Cuticula, plättchenartig dünn geworden, so gibt er im optischen Schnitt das Bild einer porösen Schicht. Solches ist z. B. der Fall bezüglich der die Wand der Blutcapillaren herstellenden Zellen (Taf. II, Fig. 42).

An manchen dieser Gefässe unterscheidet man zwei Begrenzungslinien, zwischen welchen die Kerne liegen. Die schärfere Linie deutete ich früher als homogene auskleidende Cuticula, die äussere als die Zellenlage, welche die Abscheidung der Innenhaut besorgt hat [1]).

Indem ich jetzt die Capillargefässe in den Kiemen der Larve von *Triton* und *Salamandra* untersucht habe, konnte ich trotz starker Vergrösserung an den so günstig gelagerten Theilen nach einwärts nichts von einer Cuticularlage unterscheiden. Es war nur eine einzige Begrenzungslinie zugegen, welche gebildet sich zeigte aus sehr abgeplatteten, epithelartig aneinander schliessenden Bindesubstanzzellen, welche man vielleicht richtiger Plasmabezirke um Kerne nennen könnte. Die Grenzlinie des Gefässes ist daher der Durchschnitt der platten Zellenkörper und stellt sich nicht als einfacher gleichmässiger Streifen dar, sondern erscheint dem genau

1) Vom Bau des thierischen Körpers, S. 51.

zusehenden Auge von abwechselnd lichtem, dann wieder gesättigterem Wesen, etwa so wie der Contour des Kerns sich ausnimmt; und das Aussehen bleibt sich gleich, mag man das frische Thier vor sich haben oder eines, auf welches sehr schwache Pikrinsäure eingewirkt hat. Es liegt nahe diese Beschaffenheit mit dem schwammigen Bau des begrenzenden Protoplasma in Beziehung zu setzen und demgemäss auf die Anwesenheit von Poren zu deuten. Unter Umständen mögen die feinen Poren zu grösseren Oeffnungen sich ausweiten und so Blutkörperchen den Durchtritt gestatten.

5. Wie sehr übrigens feine Poren, auf deren Vorhandensein in Cuticularlagen man aus andern Gründen schliessen darf, dennoch sich dem Blicke entziehen, kann uns unter Anderm an den Kapseln der Knorpelzellen nahe gelegt werden.

Man betrachte z. B. den Knorpel der Nase oder jenen der Kiemenbogen der Larven von *Salamandra* und man wird an den hier so schönen Zellen da und dort zarte Fortsetzungen des plasmatischen Netzwerkes, in Form feiner Fäden gegen die Kapsel der Zelle sich wenden sehen, um dort in Poren einzudringen. Aber von lezteren vermag man meistens nur die Anfänge in Gestalt zarter Einkerbungsstrichelchen dort zu unterscheiden, wo die Kapsel in die hyaline Zwischensubstanz des Knorpels übergeht: man muss sich begnügen, die Porencanäle durch die Dicke der Kapselwand verfolgen zu können.

§ 6.

Entstehung der Poren. — Von Bedeutung bleibt auch immer die Frage, wie doch die Porenkanäle zu Stande kommen mögen.

Ich habe früher auf Grund verschiedener Beobachtungen wahrscheinlich zu machen gesucht, dass die gedachten feinen Hohlgänge um die fadigen Fortsätze der Zellen sich bilden, also unter Betheiligung oder wenn man will Vorzeichnung von Zellenausläufern; in anderen Fällen vielleicht auch unter Einwirkung des schon dazumal von mir aufgezeigten röhrigen Baues der Substanz gewisser Epithelzellen [1]).

Diese Auffassung halte ich jetzt noch fest; es bestärken mich hierin sowohl die Thatsachen, wie sie vorangehend gegeben wurden, als auch dasjenige, was noch weiterhin mitzutheilen sein wird.

1) Vom Bau des thierischen Körpers, 1864, S. 35.

Aber daneben scheint es noch eine zweite Art des Auftretens der Porenkanäle zu geben, und zwar eine solche, welche von den abgeschiedenen Lagen selber ausgeht. Mehr als eine Wahrnehmung weist nämlich darauf hin, dass den von Poren durchsetzten Lagen die Neigung innewohnt, sich in bestimmter Richtung zu zerspalten und so Lücken und Klüfte in ihrem Innern zu erzeugen.

Für eine derartige Annahme sprechen die Fälle von gleichzeitiger Anwesenheit zahlreicher Porenkanäle und nur weniger Zellfortsätze, wozu als Beispiel die Knorpelzelle und ihre Kapsel dienen kann. Die Zahl der vom Zellleibe abgehenden Fortsätze ist viel zu gering, um der Menge von Poren zur Vorzeichnung gedient zu haben.

Noch mehr führt zu dieser Betrachtung hin die Beschaffenheit der Kalkconcremente der Gastropoden, wie sie mir jüngst aus dem Integumente und der Musculatur von *Ancylus lacustris* in die Augen fielen (Taf. I, Fig. 5a). Die in der Hautdecke hier nicht gerade sehr zahlreichen Kalkkörper sind verschieden gross und nehmen sich frisch bald homogen aus, bald zeigen sie concentrische oder Schichtungslinien und ausserdem noch feine, dicht gestellte radiäre Striche; zu innerst hebt sich ein festerer kernartiger Körper ab. Blickt man nun mit Tauchlinsen scharf auf die strahligen Linien, Strich für Strich musternd, so löst sich im optischen Schnitt jeder auf in zwei Grenzsäume und eine lichte Mitte, und verfolgen wir sie bis zur Oberfläche des Concrementes, so erhalten wir dort das unbezweifelbare Bild der Porosität: bei genauer Einstellung dicht genäherte helle Kreise, die bei der Starrheit des ganzen Gebildes alle von unveränderlichem Durchmesser sind und umsäumt von dunklerer Substanz. An jenen Kalkkörpern, welche, wohl durch besondere Lichtbrechungsverhältnisse, weder die concentrische noch die radiäre Streifung erkennen lassen, kommt doch auf der Oberfläche eine feine Löchelchenbildung zum Vorschein. Diese Porenkanäle der Kalkconcremente scheinen mir mehr auf ein Hervorgehen durch physikalische Kräfte hinzudeuten und weniger der Annahme das Wort zu reden, dass die Thätigkeit der Zelle allein den Anlass zur Bildung der Poren gibt. (Dass übrigens die Kalkablagerungen in der Haut der Gastropoden ursprünglich als „Zellinhalt" auftreten, habe ich seiner Zeit gemeldet.)

Die ausgesprochene Ansicht über die Entstehung der Porenkanäle wird auch unterstützt, wenn wir das Cuticnlargewebe in seiner Verwandtschaft zum Bindegewebe ins Auge fassen [1]).

Die Hohlgänge des Cuticulargewebes, bald einfach gerade und ungetheilt, bald manchfach gekrümmt, getheilt und verästelt, stellenweise auch erweitert, entsprechen den Hohlgängen, Spalträumen und Lücken im Bindegewebe. Auch die homogene Grundsubstanz des Cuticulargewebes wird ebenso in Massen abgegliedert, als es im Bindegewebe der Fall ist. Die Entstehung der Lücken und Spältchen des Bindegewebes ist aber ebenfalls nur theilweise auf Zellen und ihre Ausläufer so zurückzuführen, dass wir die letzteren als Ursache ihres Auftretens in der homogenen Substanz betrachten dürfen; ein Vorgang der Zerklüftung in der homogenen Grundmasse muss vielmehr das Erste gewesen sein. Hierzu soll unten beim „Knorpelgewebe" und „Knochengewebe" noch Weiteres beigebracht werden.

Gleichwie das Zellprotoplasma der Metazoen und die Leibessubstanz der Protozoen ein und dieselbe Form der Structur aufzeigen [2]), ebenso lassen sich auch zwischen der Porosität der Zellkapsel und der Cuticula bei Protozoen Vergleichungslinien ziehen. Es gibt mehr als eine Art einzelliger Thiere, deren Plasma sich in Gestalt von Pseudopodien auszieht, um sodann durch feinere und gröbere Durchbrechungen der Cuticula hervorgestreckt zu werden.

---

1) Die nähere Begründung dieser von mir längst vorgenommenen Zusammenstellung von Cuticulargewebe und Bindegewebe habe ich an einem anderen Orte gegeben: Vom Bau des thierischen Körpers, 1864, S. 38 ff. — Vergl. auch Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879, Abschnitt: „Bindegewebe".

2) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, S. 158.

3. Kern.

§ 7.

Höhlung um den Kern. — In meinen letzten Mittheilungen habe ich aufmerksam gemacht und näher erörtert, dass ein Hohlraum im Innern des Zellkörpers vorhanden sei, der von dem Filz- oder Schwammwesen des Protoplasma abgesteckt werde und zur Aufnahme des Kerns diene. Es kamen ferner Fälle zur Beobachtung, wo der in gedachtem Binnenraum befindliche Kern durch einen Stiel, gebildet aus einem Bündel stärkerer Netzbalken ins Maschenwerk des Zellleibes sich einpflanzte. Und unter Zusammenfassung der verschiedenen hier nicht zu wiederholenden Einzelerfahrungen kam ich zu dem Schlusse, dass die Höhlung es sei, welche zuerst gebildet werde und in diese hinein als zweites der Kern nach Art einer Knospenbildung wuchere.

Innerhalb dieser Höhlung, gefüllt mit weicher, dem Flüssigen sich nähernder Substanz, spielen sich die weiteren Metamorphosen des Kerns ab.

Im Fortgang der Untersuchungen bin ich immer mehr von der Bedeutsamkeit dieser Höhlung um den Kern überzeugt worden und von dem Verhältniss, in welches der Raum zur Entstehung des Kerns gesetzt ist. Wie oftmals im sich furchenden lebenden Ei lässt sich anstatt eines „Kerns" der Furchungsabschnitte nichts anderes als ein heller Fleck unterscheiden, blass und homogen, und ohne scharf von der Substanz der Furchungskugel getrennt zu sein. Diesen Fleck halte ich nicht für den „Kern", sondern für die Höhlung im Protoplasma, in welche erst der wirkliche Kern mit seinem Faserngerüst und eingeschlossener Zwischensubstanz hineinknospet. Bei der Vermehrung der Furchungskugeln — und der Zellen — ist es nach meiner Ansicht immer diese Höhlung, welche sich zuerst theilt und alsdann den eigentlichen Kern aufnimmt.

Es scheint ferner „Kerne" zu geben, die bleibend nur der Kernhöhlung entsprechen. Hiermit meine ich besonders jene auch

sonst merkwürdigen „verzweigten Kerne“, wie sie bei Insecten in den Spinndrüsen, in manchen Malpighischen Gefässen und im Epithel des Darmes sich finden, wozu man meine auf die Beschaffenheit der verzweigten Kerne ausführlicher eingehenden Angaben vergleichen möge [1]).

Im Hinblick auf das Vorkommen der Höhlung um den Kern auch bei Wirbelthieren sei jetzt noch erwähnt, dass ich sie z. B. in den Blutzellen sehe, ebenso in Knorpelzellen und Epithelien der Urodelen. Auch die feinen Strahlen, welche vom Kern weg den Raum durchsetzen, um sich mit dem Schwammwerk der Zellsubstanz zu verbinden, lassen sich da und dort mit aller Sicherheit erkennen.

Kernnetz. — Der Kern kann, namentlich im lebenden Zustande, völlig homogen sich darstellen, ohne alle sichtbare Spur weiterer Sonderung in Gerüstwerk und Zwischenmaterie oder Kernplasma, so z. B. in manchen Knorpelzellen der Salamanderlarven. Aber ein solch anscheinend homogener Kern lässt dennoch schon beim Absterben oder auch nach Reagentien Netzstreifen zum Vorschein kommen. Letztere bieten in den Kernen der verschiedenen Gewebe grossen Wechsel dar, und die Manchfaltigkeit ist beim Wirbelthier nicht geringer, als sie am Körper der Arthropoden und Weichthiere sich zeigt. Es empfiehlt sich, um sich hievon zu überzeugen, die Gewebe in jungen Larven der Urodelen einzeln auf die Beschaffenheit des Kerns zu durchgehen.

Das Kernnetz ist z. B. in den Knorpelzellen von derberem Wesen, während es wieder in anderen Geweben zu solcher Feinheit herabgeht, dass selbst bei stärkerer Vergrösserung auf den ersten Blick die Substanz des Kerns ein „körniges“ Aussehen darbietet. Auch Unterschiede in der Art kommen vor, dass die Hauptzüge des Balkenwerkes quer zur Längsachse des ovalen Kernes stehen oder auch in Schraubenlinien sich halten und es kann den Anschein gewinnen, als ob man nicht ein Netzwerk vor sich habe, sondern nach bestimmter Richtung gestellte und gewundene Fäden. Doch bestätigt die genauere Prüfung diese Auffassung nicht: man

1) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie, z. B. S. 100. Dass solche verästelte Kerne auch in den ungewöhnlich grossen Zellen des Enddarmes von Raupen — *Sphinx euphorbiae* — vorkommen, habe ich schon in der Histologie S. 332 erwähnt.

findet vielmehr, dass auch hier keine reinen Fäden im Spiele sind, sondern es lösen sich die Quer- und Spiraltouren in ein netzig-knotiges Wesen auch innerhalb solcher länglichen Kerne auf.

Die Kerne der Gewebe der Säugethiere, obschon kleiner als jene der Amphibien, besitzen ebenfalls durchgreifend die netzige Beschaffenheit, wovon ich mich namentlich an der neugeborenen Katze vergewisserte und wieder lassen sich ähnliche Verschiedenheiten, wie die oben angeführten sind, nachweisen.

Ferner kann in den Kernen der Urodelen anstatt eines eigentlichen Kernnetzes oder fadiger Bildungen ein System von Knötchen oder Klümpchen zugegen sein, die bei blassem Aussehen zu Streifen auswachsen und die Vorläufer der gebüschelten oder in anderer Weise gruppirten Kernfäden werden. Die Erscheinungen schliessen in Manchem an die Vorgänge an, welche man im Kern der Speicheldrüsen, z. B. von Dipterenlarven sich vollziehen sieht.

Eine wie es scheint wieder andere Art von Klumpen und Balken im Kern ist von dunkelrandigem homogenem Wesen und hat ihren Ausgangspunkt von einer dicklichen, das Licht stark brechenden Randschicht des Kerns. Letztere zerlegt sich in Stücke und erzeugt dadurch die Klumpen, Balken und zackigen Streifen. Wenn zuletzt die Zahl der Klümpchen zugenommen hat, sich dieselben auch in Spitzen und Zacken ausziehen, so kann man wieder an das „Kernnetz“ gemahnt werden, obschon die Aehnlichkeit mit einem solchen nicht gross ist. Kerne, welche solche Innenkörper aufzeigen, kamen aus der Epidermis der lebenden Salamanderlarve zur Ansicht (vergl. z. B. Taf. I, Fig. 17 bis 20). Die wandständigen Keimflecke im Keimbläschen des Eies bieten Vergleichungspunkte dar: sie stimmen, ausser ihrer Lage, auch in der stark lichtbrechenden Beschaffenheit mit den aus der Randschicht hervorgehenden Theilstücken der vorigen Zellen überein.

Eine andere Erscheinung, welche unser Interesse in Anspruch nimmt, ist die Querstreifung von Theilen des Kerninnern, ähnlich jener, welche Balbiani [1]) und ich [2]) aus den Kernen von Insecten beschrieben haben.

---

1) Balbiani, Sur la structure du noyau des cellules salivaires chez les larves de Chironomus. Zool. Anzeiger 1881.

2) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, 1883. Jüngst hat Korschelt über den gleichen Gegenstand gehandelt: Die eigen-

Die Querstreifung beginnt schon in jenen grösseren Klümpchen sichtbar zu werden, welche in Zacken ausgehen, auch wohl durch zarte Ausläufer unter sich zusammenhängen. Es ist zwar die Querzeichnung solcher Klümpchen da und dort nur schwach ausgeprägt, kann aber von jenen Beobachtern kaum übersehen werden, welche sich mit den entsprechenden Sonderungen der Insecten bekannt gemacht haben (vergl. z. B. Taf. I, Fig. 11, Fig. 13).

Auch in denjenigen Kernen, welche anstatt der Klümpchen ein grobes Maschenwerk besitzen, lässt sich hin und wieder mit ebenso grosser Bestimmtheit erkennen, dass die stärkeren Balken die gleiche Querstreifung an sich haben. Solche Kerne kommen vor z. B. in den Epithelien und in den inneren Zellen der Hautsinnesorgane, auch im Knorpel (Taf. I, Fig. 15, Taf. III, Fig. 50).

Und was endlich jene „Kernfäden“ anbetrifft, deren wunderbare räthselhaften An- und Umordnungen so vielfach und genau z. B. von Flemming[1]), Retzius[2]), zuletzt von Rabl[3]) untersucht worden sind, so fehlt auch diesen die Querstreifung nicht, die sich aber hier deutlicher als eine Sonderung in Quertheilchen ankündigt. Die Querstückchen besitzen jetzt mehr das Ansehen von Kügelchen oder Körnchen, was schon der erste Beobachter dieser Erscheinung, Pfitzner[4]), hervorgehoben hat. Betrachte ich die

---

thümlichen Bildungen in den Zellkernen der Speicheldrüsen von Chironomus plumosus, Zool. Anz. 1884. Wenn dort gesagt wird, dass ich keinen Grund angebe für die Behauptung, die Querstreifung der Cylinder beschränke sich auf die Peripherie, so darf ich mir wohl gestatten, auf meine Figur 42 hinzuweisen, welche den Grund der Angabe sehen lässt: auf dem optischen Schnitt erscheint eben die Querstreifung vom Rande her nur eine Strecke weit eingedrungen. — Mit meinen Angaben und Abbildungen des feineren Baues der Cylinder berühren sich an mehr als einem Punkte die Mittheilungen, welche ein volles Jahr später und deshalb vielleicht mit Kenntniss meiner Schrift Carnoy veröffentlicht hat (La biologie cellulaire. Fascicule I, 1884, S. 232, Fig. 92, Fig. 93).

1) Walter Flemming, Beiträge zur Kenntniss der Zelle. Archiv für mikrosk. Anat. Th. I, Th. II, Th. III, 1879, 1880, 1882.

2) Gustav Retzius, Studien über die Zelltheilung. Biologische Untersuchungen, 1881.

3) Carl Rabl, Ueber Zelltheilung. Morphol. Jahrb. Bd. X, 1884.

4) Wilhelm Pfitzner, Ueber den feineren Bau der bei der Zelltheilung auftretenden fadenförmigen Differenzirungen des Zellkerns. Morphol. Jahrb. Bd. VII, 1881.

„Körnchen“ mit den neuen Linsen, so finde ich eine Scheidung in Rinde und Innensubstanz: sie sind demnach mit Flüssigkeit gefüllte Hohlkugeln oder Bläschen (Taf. I, Fig. 23). Ausdrücklich darf noch bemerkt werden, dass wenn solche Fäden nur geringeren Durchmesser haben und gewöhnlich sind es jene, welche in annähernd spiraligem Verlauf ziehen, so ist von gedachter Differenzirung nichts wahrzunehmen, oder sie ist vielleicht wirklich nicht vorhanden. Jedenfalls kommt die Querstreifung erst in den Fäden oder den Fadenstücken gröberen Durchmessers zu Tage: es sind solche, welche in unregelmässiger Schlängelung sich durchziehen oder in „beginnender Umlagerung“ begriffen sind. Man könnte das Aussehen der Fäden auch ein knotiges nennen.

Anlangend die Bedeutung dieser Querstreifung und Zerlegung in bläschenförmige Stücke, so hat man hierüber noch keinen Einblick gewonnen, es müsste denn dasjenige sich als richtig erweisen, was ich unten bei der „Theilung des Kerns“ zu bemerken finde. Einstweilen mag es für nicht unpassend gehalten werden, wenn hier andere Gewebstheile ins Gedächtniss gerufen werden, welche ebenfalls durch eine Art Querstreifung oder durch Zerlegung in wirkliche Querscheibchen ausgezeichnet sind.

Ich erinnere in dieser Beziehung an die seit Langem bekannte Querzeichnung der Dotterplättchen von manchen Gruppen der Fische und Amphibien; ferner an die von Max Schultze beschriebene „Plättchenstructur“ der Retinastäbchen der Wirbelthiere, wozu die von Andern und mir im Auge der Arthropoden beobachtete Querstrichelung der Stabelemente sich gesellt. Jüngst hat auch Ciaccio die Theile aus dem Auge einer Muscide abgebildet und dabei ebenfalls bemerkt, dass sie wie quergestreifte Muskelfibrillen sich ausnehmen[1]). Weiterhin wäre zu gedenken der Querstrichelung, welche die von mir als Randkörper oder Nebenkerne im Protoplasma von Drüsenzellen beschriebenen Körper aufzeigen. Endlich kommt auch noch eine Querstreifung vor in gewissen dem Muskelgewebe angehörigen Klümpchen, wovon unten die Rede sein wird.

Ob und in wie weit die Querstreifung dieser verschiedenen Bildungen auf einem gemeinsamen Grunde ruht, bleibt späteren

---

1) G. V. Ciaccio, Minuta fabbrica degli occhi de' Ditteri, Mem. dell. accademia di Bologna, Tom. VI, 1884. Tav. V, Fig. 9 („Le fibre del bastoncello . . . striate di travverso come le fibrille muscolari“).

Forschungen zu entscheiden anheimgegeben. Ich möchte vorläufig die Querstrichelung des Stabgebildes im Auge der Wirbelthiere und der Arthropoden mit jener in den Kerntheilen von *Chironomus* zusammenstellen, obschon Unterschiede für die nähere Vergleichung bestehen bleiben. Am ehesten ist wahrscheinlich die Querzeichnung der Dotterplättchen, der Klümpchen im Muskelgewebe und jene der Nebenkerne unter einen und denselben Gesichtspunkt zu bringen.

Zu den vielen Unklarheiten im Bau und Leben des Kerns gehört für mich auch die Frage, ob bei völliger Ausbildung der mit querstreifiger Sonderung behafteten Kernfäden noch etwas von den feinen Ausläufern zugegen bleibt, welche die vorhergegangenen und bereits quergestreiften Klümpchen unter sich verbinden. Ich möchte annehmen, dass solches der Fall sei, und nur die Zartheit der Verhältnisse, um welche es sich handelt, die Schuld trage, dass sich nicht mit voller Sicherheit darüber urtheilen lasse.

§ 8.

Kernkörperchen. — Ueber das, was ich bezüglich der Form und Structur der Nucleoli, sowie deren innere Verschiedenheit nach Natur und Herkommen bei Wirbellosen in Erfahrung brachte, habe ich vor Kurzem Nachricht gegeben [1]). Es mag jetzt gemeldet werden, dass sich bei Wirbelthieren in deutlicher Weise da und dort ein Hohlraum um den Nucleolus abhebt. Ich sehe solches z. B. in den Muskelkernen aus der Larve des Frosches, welche seit einem Tag die Gallerthülle des Eies verlassen hatte. Das Netzwerk des Kerns lässt eine klare Höhlung frei, die in ziemlich weitem Abstand den Nucleolus umzieht (Taf. V, Fig. 102 und an anderen Stellen).

Noch auf einen weiteren Punkt bezüglich der Beschaffenheit mancher Kernkörperchen möchte ich hinweisen.

Es wurde nämlich von mir angezeigt, dass bei gewissen Kernen der Drüsenzellen die Kernkörper ausgehöhlt seien und eine gegen das Kerninnere führende Oeffnung besitzen, ein Verhalten, welches wahrscheinlich sich noch bei anderen Formen von Zellen finden lassen wird [2]). Wenigstens vermag ich jetzt schon anzugeben,

---

1) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, S. 85, S. 149.

2) a. a. O. S. 89. — Korschelt bestätigt meine Angaben bezüglich der Kernkörper in den Speicheldrüsen von *Chironomus*. Zool. Anz. 1884, S. 191.

dass in manchen Nucleoli der Kerne grosser Ganglienkugeln vom Flusskrebs (*Astacus*) nicht nur der Hohlraum deutlich zugegen ist, sondern auch dessen Mündung klar unterschieden werden kann (Taf. I, Fig. 12). — Angesichts der so verschiedenen Natur der Bildungen, welche wir unter den Sammelnamen „Nucleoli" bringen, fühlt man abermals recht, dass wir ein neues Feld betreten haben, dessen Bearbeitung noch kaum begonnen hat.

Kernmembran. — Ueber die Membran des Kerns hatte ich nach Untersuchung verschiedener Wirbellosen zu berichten, dass die Begrenzung wohl am häufigsten nicht durch eine Cuticula geschieht, sondern durch die nahe zusammenstehenden Endstücke des Balkenwerkes im Innern des Kerns. Es sind mir unterdessen aus Wirbellosen noch andere hieher gehörige Bilder unter die Augen gekommen, welche ein solches Verhalten deutlich zeigen. In den Kernen z. B. der Muskeln von Spinnen (*Segestria*) vermag man sicher zu sehen, dass die Begrenzung einzig und allein durch die Knotenpunkte jenes Fachwerks erfolgt, welches das Kerninnere durchzieht.

In Geweben der Larve des Wassersalamanders, wo ich die Frage nach der Begrenzung des Kerns ebenfalls mir vorlegte, wiederholt sich dieselbe Erscheinung, und vielleicht kommt hier nie die Begrenzung durch eine Membran zu Wege, sondern immer nur durch die peripherischen Züge des Netzwerkes.

§ 9.

Kerntheilung. — In den Zellen jener Insecten, deren Kern für mich Gegenstand des Studiums gewesen war, kam, wie ich seiner Zeit mitzutheilen hatte, nichts zur Beobachtung, was für die Annahme sprechen konnte, die Umbildungen des Kerninnern bezögen sich auf Theilung des Nucleus.

Bei Wirbelthieren lassen sich die Umgestaltungen der Kernfäden derartig ordnen, dass sie als Begleiterscheinung bei der Theilung der Zelle zu nehmen sind. Flemming hat auf Grund von Untersuchungen, welche mit Scharfblick und Ausdauer durchgeführt sind, die Lehre aufgestellt, dass sich im Tochterkern die Umwandlungen des Mutterkerns in umgekehrter Reihenfolge wiederholen. Ich bin weit entfernt, die Gültigkeit des Schemas bemängeln zu wollen, nur gestatte ich mir zu bemerken, dass mir bis jetzt an den Kerntheilungsfiguren in der Oberhaut, besonders der Kiemen von Salamanderlarven, es nicht gelungen ist, mich von dem rückläufigen Vorgang der Umwandlung zu überzeugen.

Nicht nur treffe ich Kerntheilungsfiguren, welche nicht in die behauptete Reihenfolge aufgenommen werden können, sondern es hat mir auch geschienen, als ob die Tochterkerne schliesslich entständen durch Auseinanderweichen und Gruppirung der die Kernfäden zusammensetzenden Theilstücke, welche bei kugligem Aussehen eigentlich die Natur dickwandiger Bläschen angenommen haben. Es liesse sich denken, dass die festeren Theile der Bläschen zum Kernnetz werden und der Inhalt zum Kernplasma und somit liesse sich dann wieder an gewisse frühere Zustände des Mutterkerns anknüpfen. Darnach käme man für das bezeichnete Gewebe zu einer Auffassung, welche sich derjenigen nähert, welche Bellonci[1]) in schöner Weise an dem sich furchenden Ei des Axolotl begründet hat.

Die Kernfiguren sind Umformungen des Kerngerüstes. Da nun aber das letztere in jedem Kern noch die Zwischenmaterie oder das Kernplasma umschliesst, so drängt sich die Frage auf, welche Erscheinungen hier ablaufen, denn ohne Betheiligung an dem Vorgang ist diese Materie wohl schwerlich. Nach dem Voraufgeschickten wäre anzunehmen, dass das Kernplasma mit der die Höhlung um den Kern erfüllenden Substanz zusammenfliesst, nachdem durch Umbildung des den Kern abschliessenden Gerüstwerkes zu den Kernfiguren die membranartige Begrenzung auseinandergegangen ist. Auf der andern Seite verlangt aber doch die Ueberlegung, dass das Kernplasma gegenüber der gedachten Flüssigkeit in der Höhlung um den Kern Besonderheiten oder eine gewisse Selbständigkeit ihres Wesens behalten werde.

Es ist wohl zu begreifen, dass man, nachdem die „indirecte" Kerntheilung auch hinsichtlich der Häufigkeit ihres Vorkommens bekannt geworden war, die Ansicht aussprechen konnte, eine „directe" Kerntheilung bestehe überhaupt nicht. Die Unzulässigkeit dieser Meinung ist zwar schon von anderer Seite hervorgehoben worden; aber vielleicht ist es doch nicht ganz überflüssig, wenn auch an gegenwärtiger Stelle einiger Beobachtungen gedacht wird, welche sich auf einfache Kerntheilung beziehen und mir zuletzt vor die Augen gekommen sind. Welches das Verhalten beider Arten der Kerntheilung zu einander ist, bleibt zu erforschen, aber

1) G. Bellonci, Intorno alla cariocinesi nella segmentazione dell' ovo di Axolotl. Accad. dei Lincei, Roma 1884.

die Erwägung der Frage im Ganzen lässt vermuthen, dass sie in ihrem Wesen mehr zusammenhängen, als es im Augenblicke den Anschein hat.

Es ist gerade auch das Kiemenepithel der Larven des Erdsalamanders, allwo sich Kerne dergestalt in zwei Hälften zerlegen, dass ihre balkig-klumpige Substanz die Theilungswand herstellt. Ferner in stark länglich ausgezogenen Kernen des Bindegewebes der Lederhaut, mit sehr deutlichem Netz im Innern, dessen Hauptzüge quer gingen, zerlegte sich der Kern in zwei Stücke, wobei die Theilungslinie schräg durchschnitt. Weiterhin können rundliche Kerne in Knorpelzellen der Kiemenbogen ohne „Theilungsfiguren" sich halbiren, wobei um jeden der zwei neuen Kerne ein Hohlraum zieht, begrenzt vom Schwammnetz des Protoplasma. Das Bälkchenwerk des letzteren geht als schmale Zone oder Scheidewand zwischen die beiden Kerne durch. Die Grundsubstanz des lebenden Knorpels muss, nebenbei hier bemerkt, in nicht geringem Grad weich und nachgiebig sein, da sie sich dem Umriss des ganzen, nun ebenfalls in zwei Hälften auseinandergehenden Zellenleibes so leicht anpasst.

Solche Formen des Kerns bei einem Wirbelthiere bestätigen, dass durch Einbuchtung, Durchschneidung, Sichzerlegen in zwei Hälften und endliches Auseinanderweichen der letzteren die unmittelbare Theilung sich vollzieht, ohne dass damit eine Reihenfolge von Umwandlungen des Kernnetzes zu Knäueln und Sternen einhergeht. Auch bei einem in diesen Blättern noch öfters zu nennenden Weichthier, an *Ancylus lacustris*, kamen mir in den verschiedensten Geweben einfach sich durchschneidende und auf diese Weise sich theilende Kerne zur Ansicht und zwar so zahlreich, dass es scheint, als ob dies hier die gewöhnliche Art der Kerntheilung sei.

§ 10.

Nebenkerne. — Schon vor Jahren konnte ich[1]) auf die Erscheinung hinweisen, dass bei mehreren Protozoen unterhalb der Cuticula in der Rinde des Protoplasma kernartige Gebilde ausser dem Hauptkern vorkommen. Die Richtigkeit der Beobachtung

1) Vom Bau des thierischen Körpers, S. 17 ff.

wurde nicht bloss von ENGELMANN[1]) bestätigt, sondern weiter dahin ausgeführt, dass es sich in der That um zahlreiche kleine Nucleoli handele, die durch Theilung ihren Ursprung vom ersten Nucleus des Thieres nehmen. Dieses Zusammenvorkommen eines Hauptkerns und zahlreicher Nebenkerne war für mich die Veranlassung, warum ich seiner Zeit die Ansicht, die Protozoen seien „einzelligen“ Thieren gleichzusetzen, angefochten hatte.

Im Verlaufe späterer Untersuchungen machte ich aber die Wahrnehmung, dass auch in Zellen der Metazoen neben dem Hauptkern in der Rinde des Protoplasma noch Gebilde sich vorfinden können, welche nach Form und Lichtbrechung, sowie im Verhalten gegen Reagentien und in ihrer räumlichen Beziehung zum Protoplasma sich als Körper von Nucleolarsubstanz auswiesen. Zuerst waren es die Hautdrüsen von Raupen[2]), später die Speicheldrüsen von *Nepa*, an denen ich ein solches Vorkommniss aufzuzeigen hatte[3]). Mit diesem Fortschritt in der Kenntniss des Thatsächlichen musste für mich auch der Hauptgrund wegfallen, die Lehre von der „Einzelligkeit“ der Protozoen anzuzweifeln.

Diese nebenkernartigen Gebilde verdienen aber nähere Beachtung und es soll deshalb von meiner Seite ein neuer Beitrag hierzu geliefert werden.

Die Eier von *Ascaris megalocephala* sind mir als Zellen bekannt geworden, welche die hier gemeinten Körper ebenfalls besitzen. Zerlegen wir nämlich den Eierstock dieses Rundwurmes in Dünnschnitte (Taf. II, Fig. 26), so zeigt schon die Rachis, von welcher die Eier sich abschnüren, einen bemerkenswerthen Bau. Für die gewöhnliche Besichtigung von einfach körniger Natur, wie man denn auch in den bisherigen bildlichen Darstellungen den Theil nur in dieser Weise gehalten sieht, löst sich bei gehöriger Vergrösserung die Substanz desselben auf in ein Schwammwerk mit starken Knotenpunkten und das Schwammwerk grenzt lichte Höhlungen ab, in welche sich je ein Kern mit die Höhlung durch-

---

1) ENGELMANN, Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. Ztschrift für wiss. Zool. Bd. XI, 1862.

2) Farben der Hautdecke und Nerven der Drüsen bei Insecten, Archiv f. mikrosk. Anatomie, 1876.

3) Untersuchungen zur Anatomie u. Histologie der Thiere, 1883. S. 60, S. 157, Taf. V, Fig. 46.

setzenden Randstrahlen einbettet. Hat sich die Rachis als Ganzes von ihrer Hülle etwas zurückgezogen, so erscheint sie abermals von einer Lichtung umgeben, in welche sich Strahlen der „körnigen" Masse hineinziehen.

Die einzelnen Eier nun, welche ringsum in radiärer Anordnung und dicht der Rachis ansitzen, zeigen im Dotter ausser dem Keimbläschen abermals die besagten Nebenkerne. Im Plasma oder Dotter des Eies, der von deutlich schwammigem Gefüge ist, erscheint ein Hohlraum abgegrenzt, in dessen Innerem der Hauptkern oder das Keimbläschen liegt, dessen Substanz ebenfalls schwammig-vacuolär ist. Die Nebenkerne, in mehrfacher Zahl vorhanden, sind vom Hauptkern nur durch die Grösse verschieden, welche dem ersteren gegenüber bedeutend zurückgegangen erscheint. Im Uebrigen herrscht Uebereinstimmung mit dem Hauptkern auch darin, dass sich der Rand in Strahlen auszieht, welche in den umgebenden hellen Hohlraum dringen. In Karminlösung färbt sich anscheinend der Hauptkern stärker als die Nebenkerne. Die Lagerung der Keimbläschen ist eine beständige, wie sich gut an Querschnitten durch den ganzen Eierstock zur Anschauung bringen lässt. Die Hauptkerne stehen weit nach aussen, also im Grunde der schlauchförmigen Eier, in gleicher Höhe innerhalb aller Eier, so dass sie eine regelmässige Kreiszone in der Fläche des Schnittes bilden. Auch die Nebenkerne ziehen, wenigstens gegen das innere Ende der Eischläuche zu, in ziemlich regelmässigen Kreislinien.

Ich habe die Stufen der Umbildung der Eier nicht im Einzelnen verfolgt, nach den wenigen Beobachtungen aber, welche ich gesammelt, scheint es, dass später die Zahl der Nebenkerne sich verringert, ja bis auf einen herabsinkt. In den mir vorliegenden Skizzen nämlich über Eier aus dem Uterus [1]) ist nur Ein Neben-

---

1) Im Hinblick auf den Bau des Uterus mag gelegentlich erwähnt sein, dass die Musculatur der Geschlechtsröhre schon von MORREN in seiner Anatomie der *Ascaris lumbricoides* (Bullet. de l'Academie de Bruxelles, T. V) gezeichnet wird. Der Autor blieb unklar darüber, was er vor sich habe. „Sont-ce des plis? Sont-ce des terminaisons de vaisseaux? Je ne saurais le decider." — Nach aussen von den Muskeln heften sich bindegewebige Balken und Fäden an; einwärts zieht eine andere bindegewebige Schicht vom Aussehen einer Cuticula hin. Das zu innerst lagernde Epithel ist grosszellig und von drüsigem Wesen. Die in der Seitenansicht hohen Zellen buchten sich wie zu einer Tasche aus, die sich gleich einem abgeschnürten Kopfstück dar-

kern zu sehen. Die Eier aus dieser Zeit sind rundlich und haben ausser der zarthäutigen Abgrenzung des Dotters noch ein helles dickes Chorion, im Dotter die Tonnenfiguren.

§ 11.

Vielleicht werfen die gemeldeten Thatsachen auch einiges Licht auf die Bildungen, welche als „Nebenkerne" aus verschiedenen Arten von Zellen beschrieben worden sind. Bezüglich der letzteren war ich noch vor Kurzem eher geneigt zur Annahme, dass der „Dotterkern" in der Eizelle mancher Thiere und die „Nebenkerne" in Samen- und Epithelzellen in einer näheren oder entfernteren Verwandtschaft zu den „Secretbläschen" der Zelle stehen möchten. Jetzt aber auf Grund der Erfahrungen am Ei obiger *Ascaris* in Verbindung mit dem, was ich über die „Randkörper" im Protoplasma der Drüsenzellen ermittelte, halte ich mich für berechtigt, diese Elemente zu einer besonderen Gruppe morphologischer Bildung zusammenzufassen, und ich würde in den Kreis derselben bringen: die Nebenkerne der Protozoen, die Randkörper der Drüsenzellen, die Nebenkerne im Ei der Rundwürmer, die Nebenkerne der Samen- und Epithelzellen.

In den zuletzt von mir untersuchten Fällen erzeugt das Netzwerk der Zellsubstanz einen freien Raum oder Hof, in welchem der Nebenkern ähnlich wie der Hauptkern in seiner Höhlung liegt. Bei *Nepa*, deren Drüsenzellen in frischem Zustande untersucht wurden, erscheint ein solcher Nebenkern gesondert in Rinde und hellere Innensubstanz, ja bei manchen war unter starker Vergrösserung und genauem Zusehen in der Rindenschicht des Körperchens eine Querstrichelung zu erkennen, wie sie sonst an Theilen des Nucleolus vorhanden ist. Eine ähnliche querstreifige Sonderung des Nebenkerns habe ich ferner im Ei von *Ascaris* bemerkt.

Eine Bekräftigung der hier aufgestellten Ansicht spricht auch aus den bildlichen Darstellungen, welche VAN BAMBEKE [1]) über das Ei der Wirbelthiere gegeben hat. Der dort gezeichnete „noyau vitellin ou corps nucleiforme" gleicht doch den von mir als „Rand-

---

stellen kann. Als Secret dieser Zellen ist wohl die nach Reagentien streifige oder feinfädige Masse anzusehen, in welche die Eier wie eingebettet sind.

1) VAN BAMBEKE, Contributions à l'histoire de la constitution de l'oeuf. Acad. d. sc. de Belgique, 1883, z. B. Fig. 3, Fig. 4, Fig. 6.

körper“ bezeichneten Bildungen nicht wenig und auch der helle Hof fehlt nicht an diesem „Dotterkern“.

Sehr bedeutungsvoll ist eine jüngst erschienene Schrift von GRUBER [1]) für gegenwärtige Frage. Ausser dem Hauptkern besitzen nach diesem Beobachter viele Protozoen noch Nebenkerne. Die Kernsubstanz könne in zahlreichen, oft winzigen Körnern im Protoplasma vertheilt sein. Von solchen Kernbestandtheilen konnte man die band- und netzförmigen Kerne, sowie die grossen abgerundeten Formen ableiten. — Ebenso hat JICKELI [2]) interessante Beobachtungen über Zahl, Form und andere Eigenschaften der Nebenkerne bei Infusorien im Augenblicke veröffentlicht. Und ich kann schliesslich die Vermuthung nicht unterdrücken, dass auch von neueren Angaben über Entstehung von Kernen im Dotter des Eies, was zur Bildung des Follikelepithels führe, Manches hierherzustellen sein wird [3]).

Es lässt sich kaum in Abrede bringen, dass durch diese unerwarteten Erfahrungen unsere herkömmlichen Anschauungen über die Zelle etwas durchkreuzt werden. Denn es will scheinen, dass innerhalb der Einheit, welche wir Zelle nennen, das Schwammwerk des Protoplasma sich noch andere kleine Mittelpunkte — vorausgesetzt, dass der Kern ein solcher ist — schaffen kann. Trotzdem meine ich, es lasse sich der Begriff der Zelle immer noch in der Form festhalten, wie ich ihn vor Jahren hingestellt habe: „Die Zelle ist ein Organismus, der in sich eine wirksame herrschende Mitte besitzt, welche alle Theile auf sich selber und ihr Bedürfniss bezieht.“

---

1) A. GRUBER, Kerne und Kerntheile bei den Protozoen. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. XL.

2) CARL JICKELI, Ueber die Kernverhältnisse der Infusorien, Zool. Anzeiger, 1884.

3) Ich denke z. B. an die wichtige Abhandlung von FOL, Sur l'oeuf et ses enveloppes chez les Tuniciers. Recueil zoologique suisse. T. I, 1883.

4. Bau und Leben der Zelle im Allgemeinen.

§ 12.

Sowohl die gegenwärtigen Untersuchungen, als auch meine früheren Nachforschungen über Bau und Leben der Zelle geben in ihren Einzelheiten immer deutlichere Belege dafür ab, dass die Zelle den Bau eines sehr zusammengesetzten Organismus oder Thierleibes habe.

1. Es hat sich herausgestellt, dass eine festere Substanz unter der Form eines Gerüstwerkes den Zellkörper durchzieht. Dieselbe lässt sich wieder zerlegen:

a) in ein derberes, welches desshalb leichter in die Augen fällt und dessen Gefüge in typischer Weise verschieden ist nach der Art der Zelle. Zunächst von schwammiger oder netzförmiger Anordnung der zusammensetzenden Blättchen und Bälkchen, erscheint es hier grossmaschiger, dort wieder enger gewebt bis zum Dichtfilzigen. Das Netzwerk hat Verdickungen oder Knotenpunkte, die vom Rundlicheckigen übergehen in Spindelform, auch wohl sich zu Stäben und stärkeren Fasern fortbilden können, welche alsdann den Zellkörper in bestimmter Richtung streifig erscheinen lassen. Daneben besteht

b) ein feineres Netzwerk, welches man meist nur stellenweise mit einiger Sicherheit zu erkennen vermag, am ehesten in seinem Abgang vom derberen Balkenwesen, dessen wenn vorhandene Randzacken die Anfänge des zarten Maschengewebes sind.

Nicht bloss die feineren netzigen Züge, sondern auch die stärkeren Knoten, Stäbe, Balken und Fasern nennen wir nach unsern einstweiligen Hilfsmitteln homogen. Dass diese Bezeichnung aber keineswegs überall passt, wird durch Manches angekündigt: es weist z. B. das Vorkommen von Vacuolen auch in ihrer Substanz auf weitere Sonderungen hin.

Ueber den Umfang der Zelle hinaus kann die schwammige Substanz oder das Gerüstwerk fadige Fortsätze oder Ausläufer bil-

den, welche den Flimmerhaaren die Grundlage geben und ebenso den nicht flimmernden, in die Cuticularlagen sich erhebenden Härchen.

2. Im Zellleib werden Höhlungen umgrenzt von verschiedener Bedeutung:

a) Solche, welchen man die herkömmliche Bezeichnung „Vacuolen" belassen kann. Es sind dieselben einfach Maschenräume des Schwammgewebes. Indem sie sich vergrössern oder zusammenfliessen, bilden sie Höhlen, welche man

b) Secreträume oder Secretblasen nennt. Zu ihrer Umrandung nimmt das Gerüste der Zellsubstanz durch Zusammenschliessen der Netzbälkchen ein dichteres Gefüge an, was soweit gehen kann, dass dadurch eine Art festerer Wand des Hohlraumes erzeugt wird, welche bei Anwendung geringerer Vergrösserung den Eindruck des „Homogenen" machen kann. Wenn sich ein solcher Secretraum nach aussen öffnet, wandelt sich der Zellkörper zur Becherzelle um. In derartige Secreträume hinein setzt sich oft noch ein feines Balkenwerk fort.

c) Zu den grösseren Höhlungen im Zellleib gehört der Raum, welcher den Kern beherbergt und so umfänglich sein kann, dass der Rand weit ab vom Kern steht. Ein andermal umschliesst er den letzteren enger. Auch um diese vom Schwammwerk abgesteckte Kernhöhle, wenn man sie so nennen will, zeigt das Balken- und Netzwesen einen dichteren Zusammenschluss. In die Höhle lassen sich oftmals feine Strahlen bis zum Kern verfolgen oder zum mindesten spitzige Ausläufer oder Zacken, welche sich vom Flechtwerk des Zellleibes hinein erstrecken.

d) Endlich gibt es Maschenräume, welche durch Form und Anordnung der Bälkchen des Gerüstwerkes das Aussehen von Gängen oder Kanälen annehmen.

3. Die schärfere Abgrenzung des Zellkörpers nach aussen geschieht ebenfalls durch die Substanz des Gerüstes und erscheint daher porös, welche Eigenschaft man auch der Umrandung der Kernhöhle nach der Weise ihrer Entstehung beilegen darf. Wenn sich das Bälkchenwesen am Umfang der Zelle verdichtet, so kann eine Art Membran entstehen, welcher abermals der Charakter der Porosität zuzuerkennen ist.

4. An Theilen des Gerüstes vollzieht sich da und dort ein gewisser Vorgang der Härtung, welcher der Cuticularbildung verwandt ist. Hieher gehören in ausgesprocheneren Masse z. B. jene

derberen, scharflinigen Fasern, welche sich in gewissen Sinneszellen abheben: Geschmacksplatte bei Fischen [1]). Wirkliche cuticulare Auskleidungen treten in manchen Secreträumen und Secretgängen der Arthropoden auf, ebenso in den Hohlwegen, welche zu den Wurzeln der Tracheen werden. Nicht minder kann die Aussenfläche des Zellleibes sich mit Cuticularlagen überziehen, an denen wieder ein poröser Charakter theils wirklich wahrzunehmen, theils zu vermuthen ist.

5. Die vom Gerüstwerk umschlossenen Räume sind eingenommen von der zweiten Substanz des Zellleibes, welche nach ihren physikalischen Eigenschaften als weicher, heller, halbflüssiger Zwischenstoff erscheint und nach Massgabe unserer Hilfsmittel der Untersuchung von gleichartiger Natur ist. Nur soviel lässt sich noch da und dort erkennen, dass er abermals von einem feinsten Netzwesen durchzogen wird.

Von diesem Zwischenstoff, man könnte auch sagen, Grundsubstanz des Zellleibes, ist abzuleiten:

a) die Bildung der Sinnesborsten und die entsprechenden Knöpfe und Höcker, ferner die Gehörstifte und Sehstäbe, sowie die specifischen Körper in Endausbreitungen der Nerven von Daphniden und die eigentliche Nervensubstanz überhaupt;

b) die contractile Materie der Flimmerhaare und Muskeln;

c) die homogene Substanz der Cuticularlagen;

d) endlich gewisse Secretmassen.

Was wir morphologisch in dieser Weise etwa zusammenzustellen für gut finden, muss aber doch physiologisch betrachtet, sehr verschiedener Natur sein oder starke Umänderungen erfahren können, worauf nachher zurückzukommen sein wird.

6. Der Theil, welchen man als „Kern“ des Zellkörpers zu unterscheiden pflegt, ist ebenfalls ein sehr zusammengesetztes Gebilde.

Zunächst kann die Höhlung, welche in den meisten Fällen einen wirklichen Kern aufnimmt, bloss mit einem hellen, weichen Inhalt gefüllt sein und dieses Verhalten zeigen die verästigten Kerne der Arthropoden. Dabei kann sich die Kernhöhle bei stark verzweigter Form mit einzelnen Endausläufern in die Maschenräume

1) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, Taf. III, Fig. 22, Fig. 23.

der Zellsubstanz öffnen. Durch zugesetzte Härtungsflüssigkeit hebt sich auch wohl im Innern der Höhlung eine körnige oder auch homogene Masse ab, welche dem wirklichen Kern anderer Zellen wahrscheinlich gleichgesetzt werden darf. Das „Körnige“ vermag man in ein feines Netzwesen mit Knotenpunkten aufzulösen, während daneben in den Maschen Gerinnungskügelchen zugegen sind.

In der vom Schwammwerke des Zellleibes umgrenzten Höhlung anderer Zellen begegnet uns ein im Allgemeinen rundlicher Kern, der morphologisch wie ein umgewandeltes Stück Zellsubstanz anzusehen ist. Auch der Kern besteht nämlich:

a) aus einer festeren Substanz, man könnte wieder sagen Gerüste, und

b) aus einem weicheren Zwischenstoff oder Grundsubstanz (Kernplasma).

Das Gerüste, wenn ausgebildet, zeigt in der Anordnung der Theile typische Verschiedenheiten: hier ein feines, bald eng- bald weitmaschiges Fadennetz, ist es dort ein dickeres Balkenwerk; ein andermal tritt es in Form von Körnchen, klumpigen Massen und Knäueln auf.

Ein besonderes Aussehen können die Balken und Klumpen dadurch erlangen, dass sie in Folge einer weiteren Sonderung eine Art Querstreifung annehmen.

Im Fall das Maschenwesen ein enger gehaltenes ist, kann es wie in der Zellsubstanz Höhlungen abgrenzen und etwa vorhandene Kernkörperchen zeigen sich in ebensolche Räume aufgenommen.

Die Begrenzung des Kerns geschieht entweder einzig und allein durch die Netzbalken oder es kann sich eine hautartige Lage auf den Enden der Bälkchen absetzen. In beiden Fällen ist die Peripherie des Kerns porös.

Der Kern hängt mittelst Fadennetzen, welche die umgebende Höhlung durchdringen, mit dem Fadennetz der Zellsubstanz zusammen.

7. Die Körper im Kern, welche man Nucleoli nennt, sind Bildungen verschiedener Art. Die einen entstehen:

Als Verdickungen oder Knotenpunkte des Kerngerüstes, indem dieselben zu grösseren Balken oder Klumpen sich zusammendrängen. Zahl und Form solcher Nucleoli sind sehr verschieden; es gibt Kernkörper, welche eine in das Kerninnere frei mündende Höhlung besitzen.

Eine andere Gruppe von Kernkörpern zeigt Eigenschaften die nicht auf ein Hervorgehen aus der Substanz des Kerngerüstes hinweisen, vielmehr annehmen lassen, dass sie ihren Ursprung aus der Grundsubstanz des Kerns (Kernplasma) genommen haben.

8. Zugleich mit dem im Vorangegangenen besprochenen Kern können noch im Zellleib Körper vorkommen, die nach Substanz und optischem Aussehen, sowie im Verhalten gegen Färbemittel sich ganz wie Nucleoli darstellen. Und wie den Hauptkern die Kernhöhle aufnimmt, so sind auch solche Nebenkerne von einem freien Raum umgeben. Endlich fehlt an ihnen auch nicht jene Sonderung, welche sich durch Querstrichelung der Substanz ankündigt.

Wer sich an Studien, wie die voranstehenden es sind, selber betheiligt, wird gleich mir die Empfindung haben, dass wir einstweilen nur die gröberen Züge im Bau der Zellen zu erkennen vermögen, hingegen das Mannichfaltige der Structur in seiner Feinheit noch kaum mit Sicherheit auseinander zu halten und zu ordnen im Stande sind. Es geht uns hiebei wie jenen Naturforschern, welche im siebzehnten und achtzehnten Jahrhundert etwa die Insectenwelt zu betrachten anfingen und zuerst wie viele Formen auf einen Haufen zusammenwarfen und für Ein und Dasselbe hielten, während deren bunte Artverschiedenheiten erst eine spätere Zeit zu sichten vermocht hat.

§ 13.

Ist es schon schwierig, dasjenige, was man bisher von den morphologischen Verhältnissen der Zelle erkannt zu haben glaubt, richtig zu deuten, so betritt man ein noch nebeligeres Gebiet, wenn wir das Leben der Zelle uns aufklären und erfahren wollen, welchen Gegenden und Theilen des Zellleibes die Bewegungsfähigkeit, das Gefühl, die Ernährung und Absonderung, sowie das Geschäft der Fortpflanzung innewohnt.

1. Anbelangend die Bewegung, so ist von lange her ausgesprochen worden, dass das Protoplasma vieler, vielleicht aller thierischen Zellen, contractil sei. Ich habe früher schon mit Andern die Contractilität an der Eizelle nachgewiesen, und dass auch die Furchung des Eies, sowie Zelltheilung überhaupt nur durch contractile Zellsubstanz erfolgen kann, liegt auf der Hand. Ferner erkannte ich diese Lebenseigenschaft an der Zelle des Bindege-

webes, im Näheren an den sogenannten Chromatophoren[1]). Endlich habe ich auch an den Epithelien Veränderungen wahrgenommen, die nur durch Annahme der Contractilität auch dieser Zellen zu erklären sind.

Auf den letzterwähnten Punkt gestatte ich mir etwas weiter einzugehen.

Gelegentlich der ersten Mittheilung über die Becherorgane, im Jahre 1850, machte ich am lebenden Fische auf Erscheinungen aufmerksam, welche anzeigten, dass die zelligen Elemente des Epithels ein lebendiges Zusammenziehungsvermögen besitzen. Auch später, im Jahre 1879, bei Wiederaufnahme der Untersuchung, musste ich abermals daran erinnern, dass das Zustandekommen der Mulde oder trichterförmigen Eintiefung am Gipfel des Organs, sowie die wechselnde Weitung der Oeffnung schwer zu verstehen sei, wenn man nicht eine Contractilität der zelligen Elemente gelten lassen wolle. Auch jüngst hatte ich nicht minder Gelegenheit, auf Vorgänge an Epithel- und Drüsenzellen bei Insecten hinzuweisen, welche der Annahme, solche Zellen seien contractil, entschieden das Wort reden. Beim Durchschneiden von Drüsenröhren lebender Insecten wird das Secret z. B. in Speicheldrüsen, Malpighischen Gefässen, so eigenthümlich ruckweise, unter plötzlichem Ausstossen und Wiedereinhalten vorgetrieben, dass man den Eindruck erhält, es müsse Contractilität der Zellsubstanz und ihr abwechselndes Spiel hiebei thätig sein.

Wenn man ferner sieht, dass die Aussenfläche des lebenden Protoplasma eine grosse Menge von Lücken besitzt, welche in Gestalt und Umfang grossem Wechsel unterworfen sind, so kann man dies wiederum nur durch die eben der Zellsubstanz zugelegte Eigenschaft erklären. Auch nicht anders die Thatsache, dass die Intercellulargänge bezüglich ihrer Weite und Enge fortwährendem Wechsel unterworfen sind, ja anscheinend völlig geschwunden sein können.

Die Bedeutung der obschwebenden Frage lässt sich wohl kaum in Abrede stellen und desshalb halte ich es für passend, noch über einige meiner jüngsten Erfahrungen, welche Wirbelthiere betreffen, hier zu berichten.

Schneidet man der lebenden Larve von *Salamandra maculosa*

---

1) Bau d. thierisch. Körpers, S. 130.

die Kiemenfranzen ab und bringt sie rasch, aber doch sehr vorsichtig behandelt, auch ohne Anwendung eines Deckglases unter das Mikroskop, so ist an den Epithelzellen unverkennbar, dass sie im noch lebenden und nicht entmischten Zustande, vor den Augen des Beobachters stark buckelig werden, wie durch eine innere, selbständige Contraction. Es lässt sich unmöglich diese Gestaltveränderung auf Muskelwirkung zurückführen, denn ganz abgesehen von Anderm, so gehen die Muskeln der Kiemen nicht bis in die äussersten Franzen und gerade an diesen ist gedachte Erscheinung am deutlichsten.

Aehnliches vermag man auch am lebenden Epithel der Zungenpapillen, insbesondere der fadenförmigen, zu sehen. Das freie Ende der Zelle — mir hatte *Pelobates fuscus* gedient — verändert die Gestalt, baucht sich vor, wie es etwa eine festsitzende Amöbe thun würde.

Der von vielen Seiten laut gewordene Widerspruch gegen die von mir aufgestellte Ansicht ist wohl nahe daran zu verschwinden und in das Gegentheil umzuschlagen. Ich gedenke hier z. B. der jüngst erschienenen Arbeit von NALEPA, in welcher eine „bedeutende Contractilität“ den Epithelzellen der Haut von Gastropoden zuerkannt wird [1]). In noch stärkerem Grade als an den Epithelzellen des Integumentes, der Mundschleimhaut und der Drüsen sind Bewegungserscheinungen an den Epithelzellen des Nahrungsrohres sowohl höherer als niederer Thiere bekannt geworden. Sie nehmen dort geradezu den Charakter amöboider Bewegungen an, worüber man die Angaben bei WIEDERSHEIM über die mechanische Aufnahme der Nahrungsmittel in der Darmschleimhaut vergleichen möge [2]).

An die Chromatophoren in Epithellagen sei nur im Vorübergehen erinnert und ebenso an die Thatsache, dass die Muskelzellen gewisser Drüsen — Schweissdrüsen der Säuger, Hautdrüsen der Batrachier — aus umgewandelten Epithelzellen hervorgegangen sind.

Lange bekannt ist die amöboide Bewegungsfähigkeit der Blutzellen höherer und niederer Thiere.

---

1) NALEPA, Die Intercellularräume des Epithels bei den Pulmonaten, Sitzber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 1883.

2) WIEDERSHEIM, Festschrift der 56. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Freiburg i. B., 1883.

In der Frage, wo denn eigentlich der Sitz der Contractilität sei, ist man in gleichem Schritt mit der besseren Einsicht in den Bau der Zelle allmählig vom Allgemeinen ins Besondere vorgedrungen. Zuerst konnte man sich begnügen zu sagen, der „Inhalt“ der Zelle, später das „Protoplasma“ ist die contractile Substanz. Als man Bau und Leben der einzelligen Protozoen zum Gegenstand genaueren Studiums machte, gewahrte man da und dort eine Sonderung des Plasma in eine äussere Schicht, welche „gleichmässig weichflüssig und gekörnelt“ erscheine und verlegte in diese die Bewegung, indem man zugleich annahm, dass die zunächst gelegene Masse vorzugsweise die Verdauung besorge.

Schon die älteren Beobachtungen, welche ERDL[1]) an *Bursaria vernalis* gemacht hat, vertragen sich mit dieser Auffassung. Die grünen Kügelchen, der Peripherie des Thieres genähert, bewegen sich in einer Ellipse, doch so, dass die Kügelchen zu einander den Platz nicht wechseln. Ich möchte, ohne das genannte Thier selbst untersucht zu haben, annehmen, dass die äussere Schicht des Protoplasma hier bloss aus der hyalinen Zwischensubstanz besteht und in strömender Bewegung begriffen ist. Dabei muss sie von einer gewissen Consistenz sein, da die Kügelchen unter einander die Stellung nicht verändern.

Seitdem wir wissen, dass die Zellsubstanz aus Gerüstwerk und eingeschlossener Zwischenmaterie sich zusammensetzt, darf man wohl bestimmter fragen, ob die festeren balkigen Züge oder die weiche Zwischensubstanz es ist, welche die Bewegung vollzieht. Obwohl ich vor Jahren selber, bekannt geworden mit dem Fadengerüst in gewissen Epidermiszellen der Fussballen des Laubfrosches, die Streifen in ihrer Wirkung gleich Muskeln nehmen zu sollen glaubte, bin ich jetzt der Ansicht, dass die weichere Zwischenmaterie das erst Bewegliche sein möge. Dieser Auffassung reden besonders die Erscheinungen, wie sie in den amöboiden Bewegungen hervortreten, das Wort. Sowohl im Protozoon als auch in der Zelle, welche Fortsätze ausschickt, ist es die weiche homogene Zwischenmaterie, welche aus dem Gerüstwerk der Zelle gleichsam hervorkriechend, als Träger der Bewegung sich darstellt. Ein recht günstiges Gebilde zur Bekräftigung dieser Annahme sind unter Anderem die Samenelemente von *Ascaris megalocephala*, deren

---

1) ERDL, Kreislauf der Infusorien, Archiv f. Anat. u. Phys., 1841.

amöboide Bewegungen wohl zuerst SCHNEIDER wahrgenommen hat, während sie später von CLAPAREDE näher erörtert wurden[1]).

Da sich die Scheidung von Fasergerüst und Zwischenmaterie auch in den Kern und gewisse Formen des Kernkörperchens erstreckt, so steht nichts im Wege, auch Gestaltveränderungen, welche der lebende Nucleus und Nucleolus an den Tag legen kann, in gleicher Weise zu deuten.

2. Die Frage, wo ist der Sitz der Sensibilität, lässt sich im Augenblick nur dahin beantworten, dass die contractile Materie, also nach Vorigem das Hyaloplasma zugleich die Unterlage der Sensibilität ist.

3. Was die Ernährung anbetrifft, so möchten wohl meine Beobachtungen bezüglich des Ortes, wo die Granula im Zellleib liegen, werth sein, weiter verfolgt zu werden. Ich sah, dass die Körnchen in der Substanz des Balkenwerks geborgen sind. Da nun ein Theil dieser Körnchen aufgenommene Nahrung vorstellen mag, und indem man weiter bedenkt, dass die Balken des Gerüstwerkes keineswegs immer von wirklich homogener Art sind, sondern ebenfalls Hohlräume in ihrer Substanz haben, so könnte man vermeinen, dass manche Zellen der Metazoen im Hinblick auf die festere Nahrung sich wie das Protozoon *Trachelius ovum* verhalten. Gleichwie das letztere nach den vorhandenen Angaben die durch den Mund aufgenommene Nahrung mittelst eines Protoplasmanetzes durch den Körper vertheilt, so könnte auch die Zelle in das Balkenwerk die festere Nahrung gelangen lassen. Natür-

---

1) CLAPAREDE, De le formation et de la fécondation des oeufs chez les vers nématodes. Genève 1859. — Das neueste Heft der Zeitschrift für wiss. Zool. Bd. 41 bringt Mittheilungen von OTTO ZACHARIAS über amöboide Bewegungen der Spermatozoen des *Polyphemus pediculus*, welche die Aufmerksamkeit in hohem Grade erregen müssen. Die in näher bezeichneten Flüssigkeiten längere Zeit am Leben bleibenden Samengebilde entwickeln Pseudopodien von einer Länge, welche jene des ganzen Thieres, aus dem sie stammen, erreicht. Da dürfte doch wohl Aussicht vorhanden sein, in der Frage, von welcher Substanz die Bewegung ausgeht, auch bezüglich der Spermatozoen noch bestimmtere Anhaltspunkte zu gewinnen. Schade nur, dass dieses Krebsthier keineswegs in die Zahl jener Daphniden gehört, welche allgemein verbreitet sind. — Bei dieser Gelegenheit mag auf die Bewegungen in der Zellsubstanz von Samenelementen der Batrachier zurückverwiesen sein, welche EIMER und ich beschrieben. (Anure Batrachier 1877, S. 25, S. 60, S. 101.)

lich hängt es von weiteren Untersuchungen ab, zu bestimmen, ob ein derartiger Gedanke etwas mehr als blosse Vermuthung ist. Einstweilen halten wir uns an das Hyaloplasma. Auch über die räumlichen Beziehungen des in die Zelle aufgenommenen Wassers können wir uns keine rechte Vorstellung machen. Wir wissen, dass das Hyaloplasma durchweg wasserreich ist, ja für unsere sinnliche Wahrnehmung kann Hyaloplâsma und Wasser in Eins zusammenfliessen, sie bilden, wie wir uns mit dem Ausdruck helfen, eine „Lösung“. Wo ist aber die Grenze zwischen Wasser und Hyaloplasma, die wir doch annehmen müssen, zu ziehen?

4. Anbelangend die Athmung, so wäre dieselbe abermals in das Hyaloplasma zu verlegen. Für diese Annahme spricht die Thatsache, dass bei Arthropoden, welche durch Tracheen athmen, die letzten Ausläufer der Tracheen die atmosphärische Luft in die vom Maschenwerk begrenzten Räume, also an das die Lücken erfüllende Hyaloplasma bringen. Darnach würde sich das Ergebniss so stellen, dass ein und dieselbe Substanz mit der Ernährung und Athmung betraut erscheint.

5. Nicht geringer sind die Schwierigkeiten bei dem Versuche, die Orte des Zellleibes, in denen die inneren Abscheidungen vor sich gehen, näher zu bestimmen. Mancherlei Farbstoffe und Concremente liegen nicht im Hyaloplasma, sondern wenigstens beim ersten Auftreten im Balkensystem; von da können sie nachträglich in die Zwischenräume gelangen und dort sich ansammeln, so z. B. die Harnkrystalle in den Malpighischen Gefässen der Insecten.

Andrerseits gibt es zahlreiche Beispiele von Drüsenzellen, in denen die Secreträume vergrösserte und umgebildete Vacuolen sind, oder auch die Ausleitungsgänge der Drüsenzellen mit ihren ersten Wurzeln in gleiche Maschenräume führen. Und so sind wir auch in der Frage nach den Absonderungsstätten ausser Stand, eine rechte Grenze gegenüber von den Gegenden der Ernährung und Athmung zu ziehen.

Wenn wir das Hyaloplasma als Sitz der Contractilität ansehen und über den Rand der Zelle hinaus Pseudopodien bilden lassen und dann wieder, wie Solches oben geschehen ist, mit der Abscheidung der Cuticularsubstanz in Verbindung bringen, so liegt eine derartige Auffassung anscheinend im Widerspruch mit sonstigen Annahmen. Allein man wolle sich daran erinnern, dass

Muskelcylinder chitinisiren, auch wohl einen Byssus erzeugen können[1]).

6. Sicherer glaubt man zu sein hinsichtlich der Fortpflanzung: der Kern gilt sehr allgemein als das Organ, von dem die Theilung der Zelle ausgeht. Doch auch dagegen liesse sich Manches einwenden. Nicht nur haben Andere an Protozoen Beobachtungen gemacht, welche anzeigen, dass im Protoplasma selber der erste Schritt zum Theilungsprozess geschieht und nicht im Kern, sondern ich hatte ebenso bezüglich eines Infusionsthieres zu melden, dass das Knospenstadium sich einleitet durch eine gewisse Beschaffenheit des Protoplasma dort, wo die Theilungsknospe hervortreten soll, ohne dass ein Kern bereits vorhanden gewesen wäre.

§ 14.

Aus voranstehenden Bemerkungen geht wohl zur Genüge hervor, dass wir noch keineswegs einen solchen Blick in den Bau und das Leben der Zelle zu werfen vermögen, um mit Sicherheit aussprechen zu können, wo etwa die verschiedenen Thätigkeiten localisirt wären. Für uns fliesst fast Alles noch untrennbar ineinander über. Im Hyaloplasma spielt sich, soweit wir beurtheilen können, Sensibilität, Contractilität, Ernährung, Athmung und Absonderung, sowie auch Vermehrung der Zelle in erster Linie ab. Daneben vollziehen sich Umformungen des festeren Plasma, die uns ebenso unverständlich sind.

All dem entgegen scheint aber doch, wie ich schon anderwärts mich äusserte, die Ueberlegung zu fordern, dass diese Gleichartigkeit des Substrates nur eine scheinbare ist. Wir sind ausser Stand die wohl in der That bestehenden morphologischen Verschiedenheiten zu erkennen und müssen für gleichartig erklären, was verschieden sein wird. Ein durchscheinendes Metazoon, etwa eine Salpe, zeigt aus einer gewissen Entfernung gesehen auch nur eine gallertige fleckig streifige Leibessubstanz mit dunklem „Nucleus", was sich bei anderer Sehweite in Organe und Gewebe auflöst. Nicht anders wird es wohl mit dem Bau der elementaren Zellen sein.

---

1) Bau des thierischen Körpers, S. 82. — Vergl. hierzu eine jüngst erschienene vorläufige Mittheilung im Zool. Anzeiger, 1885, S. 75.

In neuerer Zeit hat BRASS [1]) in zum Theil recht ansprechender Weise Gedanken über das Leben der thierischen Zelle entwickelt, wovon sich, wie ich glaube, Manches durch fortgesetzte Untersuchungen als zutreffend erweisen mag, obschon es im Augenblicke noch ohne die thatsächlichen Unterlagen hingestellt erscheint. Jedenfalls berühren sich in einem wichtigen Punkte unsere Ansichten, insofern als auch der Genannte annimmt, dass das „farblose Plasma“ die erste Rolle im Leben der Zelle spielt. Auch könnte ich zustimmen, wenn gewisse Körnchen im Zellleib für aufgenommenes Nahrungsmaterial erklärt werden, kann hingegen nicht zugeben, dass das gesammte Schwammgerüst mit solchen Körnchen zusammen geworfen wird. Das Gerüstwerk ist etwas von den Granula Verschiedenes, selbst wenn es sich unter Umständen unserem Auge fast entzieht. Auch sonst gehen wir in unseren Auffassungen stark auseinander, ohne dass ich mich hier auf weitere Erörterungen einlassen möchte. Wenn BRASS seine Stellung mir gegenüber dahin bezeichnet, dass er gleichsam vergleichend physiologisch verfahre und sich nicht auf eine bestimmte Zellgruppe beschränke, sondern zu seinen Schlüssen alle Zellen zusammenfasse, welche er untersucht habe, vom Bacter anfangend bis zur Eizelle der höchsten Wirbelthiere, so ist das ein bedeutendes Ziel, dem auch Andere näher zu kommen trachten — freilich Jeder auf seine Weise.

---

1) A. BRASS, Die Organisation der thierischen Zelle. Erstes Heft 1883. Zweites Heft 1884.

Zweiter Abschnitt.

Gewebe.

---

§ 15.

Es darf für beachtenswerth gelten, dass die Eintheilung oder Systematisirung der Gewebe in entgegengesetzter Richtung von dem Wege gegangen ist, welcher die Eintheilung der Thiere in Aussicht nahm. In der Zoologie wurde zuerst zu grösseren Abtheilungen zusammengefasst, was man später durch Vervielfältigung der Gruppen immer mehr auseinanderlegte. Umgekehrt glaubte man in der früheren Zeit histologischer Forschung viele einzelne Gewebe aufstellen zu müssen, während man später ihre Zahl schrittweise verringerte.

Der Grund dieser Erscheinung liegt nahe: In der systematischen Zoologie, welche Form und Bau des ganzen Thieres in Anschlag bringt, gehen wir der Entfaltung und Verzweigung der Organismen in's Peripherische nach; in der Histologie bewegen sich unsere Untersuchungen central nach dem Ausgangspunkte hin. Dort handelt es sich um fortwährendes Auseinandergehen, hier umgekehrt neigen die Bildungen zusammen, nähern sich der Wurzelstelle und fliessen ineinander.

So hat Bichat, als er die Histologie in gewissem Sinne zuerst schuf, die Zahl der Gewebe auf einundzwanzig Klassen gesetzt und man begreift vollständig, wie nach dem Stand der Hilfsmittel von Dazumal sich gar Vieles als etwas Selbständiges und Verschiedenes darstellen musste, was bei den Späteren nicht mehr diesen Charakter an sich hatte Schon der überaus kenntniss- und erfahrungsreiche J. F. Meckel setzte die Zahl der Klassen auf zehn herab und fast zu gleicher Zeit zieht C. Mayer die Gruppen der Gewebe auf sieben Klassen zusammen.

Gewisse Hauptgruppen von Geweben hat man von lange her in ihrer Zusammengehörigkeit erkannt, so das Muskelgewebe, Nervengewebe, Knochengewebe und Knorpel; hingegen lief, was wir jetzt „Bindegewebe“ nennen, unter „Fasergewebe, Schleim- und Zellgewebe, Hautgewebe, seröses Gewebe“.

Dem vorhin genannten ehemaligen Bonner Professor C. MAYER[1]) kommt das nicht geringe Verdienst zu, zuerst das Einheitliche jener Gewebsgruppe bemerkt zu haben, welche wir jetzt das „Epithelgewebe“ heissen. Er nennt es „Blättergewebe“ und stellt es als gleichwerthige Klasse den andern gegenüber auf; dass er Einiges, was nicht dahin gehört, unter das „Blättergewebe“ eingereiht hat, wird man gerne entschuldigen. Standen doch in jener Zeit der mikroskopischen Untersuchung manchen Gewebes kaum zu überwindende Schwierigkeiten entgegen.

Es scheint, dass C. MAYER es auch gewesen ist, welcher anstatt des von BICHAT eingeführten Ausdruckes: „Allgemeine Anatomie“, auch angenommen von J. F. MECKEL, zuerst das Wort „Gewebelehre, Histologie“ gebraucht hat[2]). Noch möchte ich die

---

1) C. MAYER, Ueber Histologie und eine neue Eintheilung der Gewebe des menschlichen Körpers, Bonn 1819, bei Adolph Marcus. Der Verfasser, zum Professor der Anatomie und Physiologie an der neugegründeten rheinischen Universität ernannt, gab die Abhandlung heraus bei Eröffnung seiner Vorlesungen. Die Schrift ist wohl selten, ich habe sie früher nur dem Titel nach aus älteren Anführungen gekannt, z. B. aus J. F. MECKEL's System der vergleichenden Anatomie, 1821, wo als Ort des Erscheinens Bamberg 1819 angegeben ist. Dass sie ursprünglich Vorlesungsprogramm war, ersehe ich erst aus dem Exemplar der hiesigen Universitäts - Bibliothek. MAYER hatte sich auch vorgenommen, die Histologie als neuen Zweig der anatomischen Wissenschaft zu bearbeiten. Diese Idee — sagt ein Berichterstatter jener Zeit — hat HEUSINGER aufgegriffen und schnell entschlossen das „System der Histologie, Eisenach 1822“ erscheinen lassen.

2) a. a. O. „. . . welche der Verfasser Gewebelehre, Histologie nennen will.“ — Soll man schreiben Histologie oder Histiologie? Nach dem Vorkommen und der Bedeutung, welche die Wörter ἱστίον und ἱστος im griechischen Alterthum hatten, „lässt sich kein besonderer Unterschied zwischen beiden machen und ist somit Histologie so gut wie Histiologie.“ (JOS. HYRTL, Onomatologia anatomica. Wien 1880, S. 253.) Im Deutschen schwankt die Schreibweise zwischen: Geweblehre, Gewebslehre und Gewebelehre. Ich habe von Anfang an und mit Absicht „Geweblehre“ geschrieben, um wenigstens ein „e“ auszustossen, an welchem Buchstaben unsere Sprache überhaupt einen lästigen Ueberfluss hat.

Bemerkung beifügen, dass die angezogene Schrift Mayer's bei allen Mängeln, welche ihr anhaften mögen, doch ein wirkliches und tieferes Verständniss der Textur des menschlichen Körpers an den Tag legt und daher immer noch ehrende Erwähnung verdient.

§ 16.

Wenn ich von da weg sofort über die eigenen Versuche, die Gewebe zu systematisiren, sprechen darf, so habe ich vor geraumer Zeit eine Eintheilung der Gewebe aufgestellt [1]), der, wie es scheint, auch Andre Beifall schenken: wenigstens erblicke ich sie in verschiedene Schriften aufgenommen, wenn auch ohne weiteren Hinweis.

Die Gruppirung ist die folgende:

I. Vegetative Gewebe.

1. Bindesubstanz.
2. Epithelien, Drüsenzellen und Horngewebe.
3. Blut und Lymphe.

II. Animale Gewebe.

1. Muskelgewebe.
2. Nervengewebe.

Unter dem Einfluss fortgesetzter eigener Studien würde ich es jetzt für entsprechender finden, in der Abtheilung der vegetativen Gewebe „Blut und Lymphe" nicht mehr für sich aufzuzählen, sondern in Berücksichtigung des innigen Zusammenhanges, in welchem dieses Gewebe zur Bindesubstanz steht, es mit Letzterer zu vereinigen. Auf solche Weise würde ich wieder zu meiner frühesten [2]) Eintheilung zurückkehren, indem ich die Gewebe in vier Hauptgruppen zerlege: in Bindesubstanz, Epithelium, Muskelgewebe, Nervengewebe.

Schon in eben gedachter systematischer Aufzählung erscheint ausgesprochen, dass die vier Gewebsgruppen für mich etwas Gleichwerthiges haben und zu den Keimblättern, was ihr Herkommen betrifft, auf einer und derselben Linie stehen. Weder die vergleichend histologischen Studien, noch gelegentliche Beobachtungen über Ent-

---

1) Bau des thierischen Körpers, 1864, S. 26.

2) Anat.-Histol. Untersuchungen über Fische und Amphibien, 1853. — Bau und systematische Stellung der Räderthiere, Ztschrft. f. wiss. Zool. 1854.

wicklung der Gewebe haben mir etwas an die Hand gegeben, was zu der Ansicht bewegen könnte, dass die Bindesubstanzen von einem „Nebenkeim“ oder besonderen „Primitivorgan“ herkommen. Aus allen meinen bisherigen Erfahrungen muss ich das Ergebniss ziehen, dass jedes der Keimblätter die Fähigkeit besitze, sämmtliche Hauptgewebe aus sich zu erzeugen, wesshalb eine Eintheilung der Gewebe in „archiblastische“ und „parablastische“ auch mir ungerechtfertigt erscheint.

Zur Erledigung dieser Frage scheint mir das Cuticulargewebe nach seinem Herkommen schwer in's Gewicht zu fallen. Wer sich mit genanntem Gewebe einlässlicher beschäftigt, vielleicht auch meine Auseinandersetzungen darüber [1]) in Erwägung ziehen will, wird kaum in Abrede zu stellen vermögen, dass dasselbe zur Bindesubstanz zu rechnen sei. Nun liegt aber zu Tage, dass dieses cuticulare Bindegewebe erzeugt werden kann sowohl vom Ectoderm, als auch vom Entoderm — man denke z. B. an die Magenskelete der Arthropoden —; endlich auch dass das Mesoderm ebenfalls Bindegewebsformen zu liefern vermag, welche Verwandtschaftliches mit „Chitingewebe“ an sich haben und ich glaube hierzu im Verlauf meiner histologischen Arbeiten mehr als ein Beispiel aufgezeigt zu haben.

Zur Annahme, dass die Muskelfasern gewisser Drüsen — Schweissdrüsen der Säuger, Hautdrüsen der Batrachier — aus dem Epithel hervorgegangen sein müssen, haben, was bereits erwähnt wurde, mich meine Beobachtungen schon lange hingeführt [2]).

---

1) Bau des thierischen Körpers, 1864, S. 34. — Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879 („Bindegewebe“).

2) Vergl. z. B. Archiv f. mikrosk. Anat. 1873, S. 634; Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, 1883, S. 151.

1. Bindegewebe.

§ 17.

Die Frage nach dem Bau und den Verwandtschaftsverhältnissen des Bindegewebes ist wie für Andre, so auch für mich von lange her ein Gegenstand besonderer Aufmerksamkeit gewesen und mehrmals habe ich die Einzelbeobachtungen in ein Gesammtbild zu fassen gesucht [1]), wie ich glaube, zuletzt in ziemlich zutreffender Weise. Die Gesichtspunkte, welche ich über das zellig-blasige Bindegewebe, ferner über das Cuticulargewebe, das gallertige und fibrilläre Bindegewebe aufgestellt habe, fanden Eingang und sind zum Richtweg auch bei andern Schriftstellern geworden, wie man nicht ganz undeutlich aus diesem und jenem Werk ersehen kann.

Und jetzt meine ich, fussend auf vollkommneren Hilfsmitteln der Untersuchung, im Stande zu sein, die Grundlinien im Bau des Bindegewebes besser noch, als es früher geschehen, ziehen zu können. Zuvor gestatte ich mir, eine Anzahl neuer einschlägiger Beobachtungen anzuführen.

§ 18.

Rückensaite. — Die Chorda dorsalis, welche man früher zum Knorpel rechnete, stellte ich schon vor langer Zeit zu jener Form des Bindegewebes, welches ich als „zellig-blasiges“ bezeichnet hatte [2]); doch kamen bezüglich des Baues mir später [3]) Bedenken darüber, ob der Gallertkörper dieses Gebildes wirklich nur einfach aus „grossen, runden Zellen“ bestehe. Die Zweifel stiegen auf sowohl in Folge eigener Beobachtungen an verwandten Geweben, als auch durch Bemerkungen, welche von GÖTTE [4]) aus-

---

1) Lehrbuch der Histologie, 1857. — Vom Bau des thierischen Körpers, 1864. — Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879.

2) Bau des thierischen Körpers, 1864, S. 34, S. 53.

3) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879, S. 177.

4) Archiv f. mikrosk. Anat. 1878.

gegangen waren und denen zufolge die anscheinenden Zellen der Chorda eigentlich Begrenzungen eines Fachwerkes seien, zu welchem eine Protoplasmaschicht mit eingestreuten Kernen gehöre.

Es wurde daher die Nachprüfung von meiner Seite wieder aufgenommen und zwar an den Larven von *Triton* und *Salamandra* (Taf. II, Fig. 35).

Hat man die Rückensaite aus frühen Lebensstadien vor sich, so kann nicht beanstandet werden, dass sie aus Zellen besteht, welche sich von den anderen Embryonalzellen in ihrem Wesen kaum entfernen. Bald aber bekommen die Elemente der Chorda ein gewisses helles Aussehen, unter Ausprägung einer scharflinigen häutigen Begrenzung. Schon in diesem Stadium lässt sich innerhalb des von den häutigen Abgrenzungen der Zelle gebildeten Fachwerkes ein Doppeltes unterscheiden: einmal eine glashelle Substanz, in welcher keine Spur von Körnchen oder Netzbildung zugegen ist; sodann eine protoplasmatische Randschicht von feinkörnigem Aussehen, welche bei hoher Vergrösserung das Bild eines sehr feinen Netzwerkes gibt. Der in das gedachte Plasma gebettete Kern ist im optischen Schnitt von einer so dünnen Lage der Zellsubstanz umgeben, dass man ganz wohl Plasma und Kern gleich einer „Häutchenzelle" setzen könnte. An den grossen länglichen Kernen wird weiterhin sichtbar, dass die Nucleoli — meist zwei in der Zahl — je von einem Hohlraume umzogen und dabei auseinander gegen die Endpunkte gerückt sind, so dass man einleitende Vorgänge zur Theilung darin erblicken darf.

Durchmustert man das Bild ganzer Querschnitte, so erhält man den Eindruck, dass das Fachwerk, welches ursprünglich durch die aneinanderstossenden cuticularen Umhüllungen der Zellen erzeugt wurde, nicht für den einzelnen Zellenraum abgeschlossen bleibt, sondern da und dort durchbrochen werden mag, wodurch eben ein zusammenhängendes Maschen- und Blätterwesen daraus hervorgeht. Und fragen wir nach der Ursache, durch welche die ursprünglich geschlossenen Zellen dahin geführt werden sich ineinander zu öffnen, so kommt wohl hierbei die vom Protoplasma abgeschiedene glashelle Substanz in Betracht, welche, indem ihre Masse immer stärker wird, die zuerst mässig grosse Zelle in einen weiten mit Gallerte erfüllten Raum umwandelt. Zur Bekleidung der Wand dieser Räume muss sich auch das feingranuläre Zellprotoplasma ausbreiten und damit mag die berührte Eigenschaft

der Kerne im Zusammenhang stehen. Die scharfe cuticulare Umhüllung der Fachräume geht nach aussen unmittelbar über in die Schichtungslinien der Chordascheiden.

Noch möchte bezüglich der eigentlichen Chorda etwas zu erwähnen sein, was Beachtung verdient. An Schnitten, zumal unter stärkerer Vergrösserung ist nichts von einer regelmässigen Anordnung der Fachräume zu erkennen. Die letzteren scheinen eben ohne alle bestimmte Gruppirung die Chorda zu bilden. Bringt man aber lebende Larven, ohne Deckglas, unter das Mikroskop und stellt auf die Chorda ein, so erstrecken sich in regelmässiger Wiederholung Bogen- oder vielmehr Ringlinien an der ganzen Rückensaite entlang. Man könnte sagen, die Chorda sei aus hintereinanderliegenden Scheiben gebildet; jedenfalls erzeugt das festere Gerüste oder Fachwerk durch bestimmt angeordnete Verdickungen eine ringförmige Gliederung des Ganzen.

Zu dieser Wahrnehmung dienten Larven von *Triton*, die, obschon 15 mm lang, bei spärlicher Nahrung im Zimmer gezüchtet, sehr hell geblieben waren.

Gelegentlich mag auch bemerkt sein, dass die sich rückbildende, in gewissem Sinn absterbende Chorda sich histologisch recht verschieden von dem ausnimmt, was soeben bezüglich der lebensfrischen Rückensaite der Batrachier gemeldet wurde. Ich besah nämlich dergleichen Reste aus dem Ligamentum intervertebrale der neugeborenen Katze. Hier ist in den Zellen der Chorda nichts mehr von dem feinkörnigen Protoplasma zu erblicken, es scheint völlig verschwunden zu sein: einzelne Nuclei sind noch da, aber sie haben harte Linien, ihre Substanz ist wie homogen und dem Eintrocknen nahe. Auch das Balken- und Netzwerk zeigt durch dunkle Ränder an, dass es einer rückgängigen Umwandlung verfallen ist.

§ 19.

Schlundkopfknorpel. — Der Chorda dorsalis der Wirbelthiere geweblich nahe verwandt erkenne ich ein anderes Gebilde, welches man herkömmlich ebenfalls zum Knorpel rechnet: es sind die Skeletstücke im Schlundkopf der Gastropoden. Ich lege über ihren histologischen Bau, den ich an *Ancylus lacustris* und *Lymnaeus stagnalis* mir aufzuklären suchte, einige Hauptpunkte vor (Taf. II, Fig. 24).

An der bezeichneten Species von *Ancylus* meine ich drei

Knorpelstücke zu unterscheiden: rechts und links in der Dicke der Fleischmasse einen länglich eirunden Theil und ausserdem noch einen unpaaren Streifen, welcher unterhalb der Radula herzieht, schmäler ist als die beiden andern Stücke und sich nach hinten stark verjüngt. Im frischen lebenden Thier sind die Knorpel wie bei manchen andern Gastropoden von schön rosenrother diffuser Färbung [1]).

Durch den Schlundkopf geführte Schnitte belehren uns, dass die äusserste Umgrenzung dieses Organs eine homogene Haut ist, die wir um so mehr Cuticula nennen dürfen, als unter ihr eine Matrix sich hinzieht von der Beschaffenheit wie an so vielen andern Orten, z. B. auch in der Leibeshöhle der Schnecken. Es ist eine dünne granuläre Schicht, die nur dort etwas bucklig nach einwärts vorspringt, wo der Kern eines Zellenbezirkes liegt. Hierauf folgt erst die Fleischmasse, an der sich hauptsächlich Rings- und Längszüge unterscheiden lassen; ausserdem auch solche, welche nach verschiedenen Richtungen geflochten sind und von diesen lösen sich Bündel ab, welche an die Knorpelstücke herantreten. Noch am ausgeschnittenen überlebenden Schlundkopf sehen wir, wie die Knorpel durch die Muskeln, denen sie zur Stütze dienen, hin- und hergeschoben werden.

Gehen wir zur Untersuchung der einzelnen „Knorpel“ über, so finden wir an ihnen eine abschliessende homogene Grenzhaut und einen zelligen Bau der Substanz.

Was vor Allem das Interesse in Anspruch nimmt, ist der Umstand, dass die „Knorpelzellen“ bei näherer Prüfung vieles mit den Chordazellen obiger Amphibien Gemeinsames haben. Sie sind sehr gross und der Haupttheil ihres Körpers besteht aus heller gallertiger homogener Substanz, die man vielleicht für eine reichliche Ansammlung der sonst im Schwammwerk des Plasma enthaltenen Zwischenmaterie oder des Hyaloplasma erklären darf. Das festere Plasma löst sich in ein feines Bälkchenwesen — Spongioplasma — auf mit eingebetteten Körnchen. — So viel ich bestimmen kann, hat der „Knorpel“ die Dicke von drei Zellenlagen, wobei die ein-

---

1) Man darf die Vermuthung aufwerfen, ob nicht die rothe Färbung der Knorpel mit dem Aufenthalt im Wasser zusammenhängt? Ich sah sie ausser von *Ancylus* z. B. auch bei *Paludina* und *Hydrobia*, nicht aber bei den landbewohnenden Helicinen und Limacinen.

zelnen Zellen gegen den vordern Umfang des Knorpels hin an Grösse abnehmen.

Aehnlich verhält sich der beschriebene Theil im Schlundkopf von *Lymnaeus*, aus dessen Innerem sich der Knorpel als Ganzes wie eine helle Masse von der Muskulatur abhebt. Das histologische Bild erinnert abermals lebhaft an den Bau der Chorda. Die cuticularen Begrenzungen der Zellen erzeugen ein Fachwerk, dessen Inhalt hauptsächlich eine helle Gallertsubstanz ist. Wandständig zieht sich eine Strecke weit ein körniges, einen runden Kern umschliessendes Protoplasma her.

Und so mögen voranstehende Mittheilungen zeigen, dass auch in anderen Fällen das zellig blasige Bindegewebe die Rolle des Knorpels vertreten kann.

§ 20.

Gallertiges Bindegewebe. — Das gallertige Bindegewebe ist gekennzeichnet durch strahlig ausgewachsene Zellen, welche unter Zusammenfliessen der Ausläufer ein Fachwerk erzeugen und einen „sulzigen" Stoff zwischen sich nehmen. Diese Form des Bindegewebes findet sich im Bereiche der Wirbelthiere namentlich in deren Embryonalzustand, und bildet z. B. bei den Larven der Batrachier den auffallenden Gallertmantel unter der Haut. Ueber weiteres Vorkommen im fertigen Thier habe ich anderwärts meine Beobachtungen zusammengestellt [1]).

Diesmal möchte ich Gelegenheit nehmen, auf etwas hinzuweisen, was mir bis dahin unbekannt war, nämlich auf die ganz ausnehmend reich entfaltete und ins Feinste gehende Verzweigung der Zellenausläufer, wie man sie z. B. in der Schwanzflosse junger Larven der Wassermolche und des Erdsalamanders mittelst Tauchlinsen verfolgen kann (Taf. I, Fig. 1). Die Verästigung der zarten Ausläufer erstreckt sich ganz überraschend weit: die einzelne Zelle geht mit ihrem Baum- und Netzwerk auf solche Weise durch zwei und drei Sehräume des Mikroskopes. Am meisten schien es mir der Fall zu sein bei jenen Zellen, welche ein gelbliches Pigment enthalten. Der längliche Zellkörper verlängert sich zunächst in zwei einander entgegengesetzte Ausläufer und diese gehen alsdann unter fortwährender Verjüngung und Zertheilung auseinander, wo-

1) Bau des thierischen Körpers, S. 45.

bei nicht bloss das Netzwerk verschiedener Zellen zusammenfliesst, sondern auch an der einzelnen Zelle tritt maschige Verbindung der Zweige ein. In den zum Theil sehr eng begrenzten Räumen ist die gallertige Zwischensubstanz enthalten. Die feine Verästelung erstreckt sich hart an das die Gewebe des Schwanzes nach aussen abschliessende Epithel [1]).

Auch wo sonst im Körper der genannten Thiere dieses weiche, gallertige Bindegewebe auftritt, mögen die Zellen auch kein Pigment enthalten, sind die letztern doch von sehr stattlicher Art und die vielfache ästige Entfaltung und Netzbildung der Ausläufer bleibt die gleiche.

Ueber den schwammigen Bau des Plasma und dessen Knotenpunkte auch dieser Zellen wurde oben berichtet. Die Hauptzüge des Balkenwerkes im Kern stehen quer.

Bei Untersuchung der Leber von Larven des Erdsalamanders bin ich auch auf eine Form des Bindegewebes gestossen, die ich dem gallertigen anreihen möchte. Schon früher habe ich Nachricht davon gegeben, dass man in der Leber junger Larven genannten Thieres netzförmig verbundene Schläuche mit lichteren Inhaltszellen mühelos unterscheiden könne. Indem ich von Neuem die bindegewebige Begrenzung solcher Leberschläuche näher ins Auge fasse, gewahre ich ausser einer derberen bindegewebigen Hülle, die nahezu wie eine homogene Tunica propria sich ausnimmt, noch ein weiches, protoplasmatisches Netzwerk, das einwärts von der Tunica propria liegt, demnach gegen die Leberzellen gerichtet ist. Besagtes Netzwerk hat zahlreiche und deutliche Knotenpunkte; Kerne heben sich ebenfalls ab. In Flächenbildern erscheint das protoplasmatische Netzwerk mehr unter der Gestalt von strahligen Zellen, welche von Stelle zu Stelle von der Innenfläche der Tunica propria abgehend, ganze Züge von Leberzellen umfassen (Taf. IV, Fig. 57).

Was hier am Salamander gesehen wurde, fällt vielleicht mit den „sternförmigen Bindegewebszellen" zusammen, welche seit Längerem aus drüsigen Organen der Säugethiere und des Menschen

1) Gewisse Pigmentzellen in der Haut der Fische, auf welche bereits in der Histologie S. 89 hingewiesen wurde, verdienten jetzt auch näher untersucht zu werden. („Die durch Pigment ausgezeichneten verästelten Bindegewebskörperchen bilden häufig bei Fischen (Leuciscus dobula) ungeheuer weit verzweigte Sterne, wie sie einem sonst bei höheren Thieren nie mehr zu Gesicht kommen.")

bekannt geworden sind. Mehr noch erinnerte mich das, was ich in der Leber des obigen Urodelen vor mir hatte, an die Abbildungen, welche v. EBNER über die Schleimdrüsen der Kaninchenzunge gegeben hat [1]).

Jener Form des gallertigen Bindegewebes, bei welcher eine ins Feinste gehende Zertheilung und Netzbildung der Zellenausläufer stattfindet, ist die „körnige Grundsubstanz" des Gehirns und Rückenmarkes verwandt. Doch soll von diesem Gewebe unten bei den Nervencentren die Rede sein.

§ 21.

Die Substanz, welche in den Maschenräumen des netzigen Bindegewebes enthalten ist, kann von verschiedener Art sein, nämlich:

1) Lymphe in flüssigem Zustande, oder auch von einer Dichtigkeit, dass man sie

2) als Lymphgallerte ansprechen darf. Ich habe seiner Zeit aufmerksam gemacht, wie die Flüssigkeit in den Lymphräumen der Frösche eine gallertige Natur annehmen kann, etwa von der Beschaffenheit des Glaskörpers im Auge [2]). Dieser leicht von statten gehende Uebergang des einen Consistenzgrades in den anderen mag wohl eine Bedeutung haben sowohl für die vorwärtsschreitende Entwickelung, als auch für die Rückbildung des Gewebes, z. B. bei der Verdickung des Schwanzes männlicher Wassersalamander zur Begattungszeit. Auch bei Reptilien kommt Aehnliches vor, wie ich an der Haut einheimischer Schlangen aufgezeigt habe [3]).

3) Die Füllung des zarten Maschengewebes erfolgt durch Körnchen und kleinzellige Masse: es bildet sich lymphoides Gewebe aus, das jetzt schon fürs freie Auge sich abhebt und den Eindruck drüsiger Substanz erzeugt.

Meine ersten hierher gehörigen Beobachtungen sind vor mehr als dreissig Jahren an Fischen gemacht worden. Sie betrafen eine weisse Masse, welche bei Rochen und Haien zwischen der Muskel- und Schleimhaut des Schlundes wahrgenommen wurde; ferner fand

---

1) v. EBNER, Die acinösen Drüsen der Zunge, Graz 1873, Taf. I, Fig. 15.

2) Organe eines sechsten Sinnes. Nov. act. acad. Leop. Carol. 1868, S. 45.

3) Aeussere Bedeckungen der Reptilien und Amphibien, Archiv für mikrosk. Anat. 1873, S. 780.

ich eine ebensolche Masse in der Augenhöhle und unter der Gaumenhaut von *Chimaera;* weiterhin eine weiche pulpöse Masse, welche beim Stör in der Schädelhöhle den Anfangstheil des Rückenmarkes deckt[1]).

Später vermochte ich auch bei Reptilien solche lymphdrüsenartige Partieen des Bindegewebes aufzuzeigen und Näheres über Vorkommen, Verbreitung und Beziehung zu den Lymphräumen vorzulegen[2]). Auch die Beschaffenheit der schwartenartig verdickten Schwanzflosse von *Menopoma* gehört wohl in die gleiche Reihe von Bildungen[3]). Aus meinen Beobachtungen über die lymphoide Schicht unter der Lederhaut der Eidechsen geht auch mit Wahrscheinlichkeit hervor, dass ihre Ausbildung dem Wechsel unterliegt, vielleicht nach den Jahreszeiten und der Gesammtthätigkeit des Organismus in ihrem Auftreten sich richtet.

§ 22.

Noch gibt es eine andere weiche Form des Bindegewebes, dessen Zellen einen gewissen besonderen Charakter an sich haben. Diese Art Bindegewebe wurde von mir zuerst im Hoden der Säugethiere aufgefunden, wo es in solcher Menge zugegen sein kann, dass die Durchschnittsfläche des genannten Organs von dem Gewebe eine bestimmte Färbung erhält[4]). Später beschrieb ich es auch aus dem Hoden der Eidechsen[5]).

---

1) Rochen und Haie, 1852. — Archiv f. Anat. u. Phys. 1851. — Anat.-hist. Untersuchungen 1853. — Vergl. auch Histologie 1857, S. 422; hier habe ich auch auf Grund eigener Untersuchung angemerkt, dass mir die sogenannte Winterschlafdrüse eine Art Lymphdrüse zu sein scheine (a. a. O. S. 431). Es mag gelegentlich erwähnt werden, dass Barkow in der Schrift: Der Winterschlaf, Berlin 1846 das drüsige Gebilde, nach Form und Bau an *Erinaceus europaeus*, *Vespertilio murinus*, *V. barbastellus*, *V. auritus*, *Arctomys citillus*, *Myoxus glis* und *Cricetus vulgaris* abgehandelt hat.

2) Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, 1872, S. 8 (*Lacerta ocellata, Lacerta agilis*). — Aeussere Bedeckungen der Reptilien und Amphibien, Arch. f. mikrosk. Anat. 1873 (*Tropidonotus natrix*).

3) Schwanzflosse, Tastkörperchen und Endorgane der Nerven bei Batrachiern. Archiv f. mikrosk. Anat. 1876.

4) Zur Anatomie der männlichen Geschlechtsorgane und Analdrüsen der Säugethiere, Zeitschrift f. wiss. Zool. 1850. — Vergl. auch Hautdecke und Hautsinnesorgane der Urodelen, Morphol. Jahrb. Bd. II, S. 311.

5) Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, 1872, S. 139.

Die zelligen Elemente dieses Gewebes, von Gestalt rundlich, hin und wieder in einen Stiel ausgezogen, sind zart berandet und in ihre „halbflüssige Grundmasse", wie ich seiner Zeit die Zellsubstanz nannte, sind Körnchen eingebettet, welche theils farblos, von fettartigem Aussehen, theils gelblich oder bräunlich sind.

Es haben die Zellen einen näheren Bezug zu der Wandung der Blutgefässe, sie schliessen sich denselben in ihrem Laufe an und erst wenn sie in grosser Menge vorhanden sind, betten sie auch die Samenkanälchen von allen Seiten ein. Dadurch eben verleihen sie dem Hodeninnern auf dem Durchschnitt die eigenthümliche, z. B. kaffeebraune Farbe.

Das Vorkommen solcher zelligen Gebilde beschränkt sich nicht auf den Hoden, sondern auch in andern Gegenden des Körpers treten sie auf und zwar immer zur Seite der Blutcapillaren, z. B. im Knochenmark der Säugethiere. Doch kommen im Organismus der Wirbelthiere, soweit meine Erfahrung reicht, die Zellen nirgends so massig vor, wie gerade im Hoden der Säuger.

Auch bei Wirbellosen begegnen wir einem ganz entsprechenden Gewebe, z. B. bei Anneliden. Ich habe längst gezeigt, dass die sogenannten „Leberzellen" der Hirudineen nichts anderes sind als mit braunkörnigem Inhalt erfüllte Zellen, welche den Blutgefässen und ihren Verzweigungen auf weite Strecken hin ansitzen. Aehnliches sehe man bei Lumbricinen. Und schon vor mehr als zwanzig Jahren habe ich darzuthun gesucht, dass diese Zellen mit ihrem braunkörnigen Inhalt den Zellen der Bindesubstanz anzureihen seien[1]). Bei den Anneliden lässt sich auch deutlicher verfolgen, dass die fraglichen Zellen aus jenen Elementen sich hervorbilden, welche die Tunica adventitia zusammensetzen und die homogene Tunica intima abscheiden. Nachdem dies geschehen, wandelt sich ein Theil der Zellen zu den klumpig oder traubig vorspringenden Körpern um.

---

1) Bau des thierischen Körpers, 1864, S. 32, „Leber der Anneliden". — Weitere Angaben nebst Abbildungen in den Mittheilungen über *Phreoryctes Menkeanus*, Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. I, 1865, z. B. Taf. XVIII, Fig. 23. — Siehe auch LANKASTER, On the Connective and Vasifactive Tissues of the Medicinal Leech. Quarterly Journal of microscopical Science, Vol. XX.

§ 23.

Fibrilläres Bindegewebe. — Das feste oder fibrilläre Bindegewebe, welches Sehnen, Bänder, mancherlei Häute bildet, besteht aus Zellen und homogen streifigen Lagen. Die ersteren als die ursprünglicheren und wenn man will lebendigeren Elemente sind der Mutterboden für die Intercellularsubstanz.

Besieht man sich an der Larve des Erdsalamanders die Zellen des festeren Bindegewebes in Sehnen, Bändern und Faserhäuten näher, so finden wir, dass sie von platter Gestalt sind. Dabei umschliesst im Allgemeinen der Zellenleib eng den Kern und nur da und dort ist eine schmale Lichtung um den letzteren zugegen. Das Protoplasma verbreitet sich auch, was bei der Profilansicht hervortritt, flügelartig vom Kern weg. Es steht zu vermuthen, dass diese Art Bindegewebszellen vormals oft als solche gezeichnet und beschrieben worden sind, welche nach beiden Enden in Fibrillen sich ausziehen sollten. Die für sich daliegende Zelle gibt allerdings zunächst das Bild, wie wenn von der Umgebung des Kerns nach oben und unten gekräuselte Fibrillen zögen, aber die jetzigen optischen Hülfsmittel lassen feststellen, dass es sich in Wirklichkeit um den Rand der dünnen Zellplatte handelt, welcher in dichter Kräuselung für die Profilansicht wie eine Faser erscheinen kann. Nachdem man sich an isolirten Zellen zurecht gefunden hat, vermag man auch das Gleiche an den noch in natürlicher Lage befindlichen wieder zu erkennen (vergl. Taf. II, Fig. 36, Fig. 37).

§ 24.

Beachtung verdient ferner die mehr oder weniger epitheliale Anordnung, in welcher die Zellen des Bindegewebes stehen können, und wie dieses bezüglich der Oberfläche der Zahnpulpa und der Lederhaut von Fischen und Amphibien bekannt ist.

Aus meinen neueren Erfahrungen möchte ich hinweisen auf den bindegewebigen Ueberzug der knorpeligen Kiemenbogen der Larven des Salamanders (Taf. II, Fig. 34), allwo die grossen Zellen etwa in der Weise epithelartig gruppirt sind, wie ich solches aus dem Gewebe des Flossensaumes von *Triton* zuletzt dargestellt habe[1]). Die epitheliale Bindegewebslage erhebt sich bei *Salamandra*

1) Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XII, 1876, Taf. XXI, Fig. 3.

am freien Rande in die zahnartigen Vorsprünge der Kiemenbogen und das Bild wird ähnlich dem, wie man es von den Kieferpapillen der Froschlarven kennt[1]) oder auch an der Zahnpulpa der Batrachier überhaupt. Ueber die ganze Zellenlage weg geht nach aussen eine durch Abscheidung entstandene helle homogene Zone. Die Kerne sind, was ebenfalls bemerkt sein mag, gross, eirund und die Grenze des Kerns wird nur durch das sein Inneres durchziehende Maschenwerk gebildet. Letzteres erzeugt auch Hohlräume, in denen die grösseren Nucleoli liegen, welche selbst wieder die Hohlräume mit Strahlen durchspannen. Auch um den Kern zieht eine enge Lichtung. Das Plasma des Zellkörpers ist streifig nach den Polen ausgezogen. In den zahnartigen Vorsprüngen strecken sich die Kerne, sind quergelagert und da der Zellkörper von geringer Dicke ist, erscheinen sie dicht übereinander gerückt.

Die Form des festen und des gallertigen Bindegewebes geht ineinander über und daher können sich auch in der Anordnung der Zellen die gleichen Verhältnisse wiederholen. Hierbei scheint es mir doch ein bemerkenswerthes Vorkommniss zu sein, welches mit den Vorgängen des Wachsens zusammenhängen mag, dass in kegeligen oder walzigen, nach aussen sich erhebenden Theilen die Zellen in querer Richtung übereinander stehen. Ich gedenke hier ausser den schon erwähnten Fällen noch der Kiemenbüschel der Salamanderlarve: in dem bindegewebigen Achsenstrang auch der Einzelfäden stehen die zelligen Elemente regelmässig in der Querrichtung, was durch die Lage der Kerne deutlich sich ausdrückt.

§ 25.

Während die epithelartige Anordnung der Bindegewebszellen, wie sie soeben bezüglich der Kiemenbogen erwähnt wurde, an jene Gruppirung von Knorpelzellen erinnert, welche z. B. in dem freien Rande von Gelenkknorpeln zugegen ist, so legen sich die Zellen des Bindegewebes, namentlich dort, wo sie Höhlungen begrenzen, in der Weise flächenhaft aneinander, dass man seit Langem zellige Häute dieser Art als Endothelium oder auch als Epithelium schlechthin bezeichnet.

Zum Verständniss dessen, was man bei Wirbelthieren sieht, kann es beitragen, wenn man auf das Verhältniss blickt, in welchem

1) a. a. O. Fig. 9.

bei Wirbellosen die Elemente des zellig-blasigen Bindegewebes zum Leibesraum und den Organen, welche darin untergebracht sind, stehen. Ich habe gezeigt, dass dort dieses Gewebe die Innenfläche des Leibesraumes auskleidet und ebenso die Aussenfläche der in solchen Höhlen gebetteten und verlaufenden Organe bedeckt, z. B. Gehirn, Nerven, Ohrblasen bei Mollusken, Darm und seine Anhänge, Blutgefässe, Segmentalorgane, bei Insecten die Tracheen [1].

Es können dieselben Zellenlagen bei Mollusken noch eine homogene Lage einwärts abscheiden, so dass die Leibeshöhle und die Bluträume zunächst von einer homogenen Haut begrenzt werden [2], welches Verhalten wieder in bestimmterer Weise auf die Verwandtschaft des Bindegewebes zum Cuticulargewebe hinweist.

Die sogenannten serösen Höhlungen der Wirbelthiere zeigen sich nun ebenfalls von Bindesubstanzzellen ausgekleidet — vom Endothel der Autoren. Nach aussen sind sie fest verbunden mit einer cuticularen Schicht, die gewissermassen ein Theil von ihnen ist und im isolirten Zustande als homogenes Häutchen den Zellen anhängt, was eben auch dahin deutet, dass die gegenwärtigen Zellen dem Bindegewebe angehören.

Immer die gleiche Art von Zellen ist es, welche epithelartig zusammenschliessend, die Wand der Blutcapillaren erzeugen; sie sind gleichzusetzen den Matrixzellen des Bindegewebes. Ueber ihre Porosität wurde oben (S. 17) gehandelt.

Ferner begegnen uns die gedachten Zellen als Theile einer zarten hautartigen Schicht in den grösseren Lückenräumen des Bindegewebes, welche von Balken mit „Spiralfasern“ durchzogen werden [3]; und endlich verlieren sie sich noch in Form eines Balken- und Netzwerkes in die grösseren und kleineren Spalträume,

---

1) Gelegentlich gestatte ich mir auch daran zu erinnern, dass ich lange schon eine Beziehung dieser Zellen zu den Elementen des Blutes oder der Lymphe wahrgenommen habe. „Bei durchsichtigen Anneliden glaube ich beobachtet zu haben, dass die Zellen des zellig-blasigen Bindegewebes, indem sie den Leibesraum auskleiden und gewissermassen ein Epithel vorstellen, durch Knospung und darauf erfolgende Ablösung Lymphkügelchen entstehen lassen.“ Bau des thierischen Körpers, 1864, S. 67.

2) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, S. 179.

3) Vergl. Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, Taf. VII, Fig. 1; Taf. X, Fig. 36.

welche die homogen streifige Grundsubstanz des Bindegewebes durchsetzen [1]).

Die Frage, ob man zwischen „Epithel“ und „Endothel“ streng zu unterscheiden habe, ist kaum im durchgreifenden Sinn weder zu bejahen, noch zu verneinen.

Bezüglich der Wirbelthiere scheint es allerdings, auch gemäss meiner Erfahrung gerechtfertigt, anzunehmen, dass die echten Epithelien einzig und allein von dem äusseren und inneren Keimblatt abstammen und jene epithelartig zusammenschliessenden Zellen, wie sie im Bereiche des Bindegewebes vorkommen, ein Pseudoepithel vorstellen, hervorgegangen aus dem mittleren Keimblatt. Denn auch das Urogenitalsystem, welches man nur aus dem Mesoderm hervorgehen liess und doch unbezweifelbar echte Epithelien besitzt, kann nicht mehr zum Einwurf gebraucht werden, da nach SPEE [2]) an seiner Bildung sich das Ectoderm betheiligt.

Was hingegen die Wirbellosen anbelangt, insbesondere die Arthropoden, so möchte es in Berücksichtigung von mancher histologischen Thatsache, über welche ich zu berichten hatte, schwer fallen, zwischen echtem Epithel und dem Bindegewebsepithel eine scharfe Grenze überall erblicken zu wollen.

§ 26.

Die Erfahrungen, welche ich mir über Ausbreitung und Natur der Bindesubstanzzelle nach und nach erwarb, stehen in guter Uebereinstimmung mit Ansichten, die ich vor Jahren über die Höhlungen des Bindegewebes ausgesprochen habe.

Zuerst, mit der Haut der Fische beschäftigt, erkannte ich im Corium jene Lücken feinsten Durchmessers, die später von Andern als Zellen unter der Bezeichnung „Bindegewebskörper“ beschrieben wurden [3]). Wir wissen jetzt, dass eine Zelle darin eingeschlossen sein kann, aber solches ist nicht nothwendig, die Lücke kann bloss Flüssigkeit oder Lymphe enthalten.

---

1) a. a. O. S. 172, Taf. X, Fig. 35.

2) Graf FERDINAND SPEE, Ueber directe Betheiligung des Ectoderms an der Bildung der Urnierenanlage des Meerschweinchens. Archiv f. Anat. und Phys. 1884.

3) Zeitschrift f. wiss. Zool. 1850: „Durch die Einschnürungen von Seite der Spiralfasern entstehen Lücken zwischen den Bindegewebsbündeln, welche von hellem, scharfconturirtem Aussehen sind und je nachdem man sie im Längen- oder Querschnitt sieht, eine veränderte Gestalt zeigen.

Sodann wurde, was seiner Zeit bei Manchem Anstoss erregte, sich aber allmählich als völlig richtige Auffassung herausgestellt hat, von mir die Ueberzeugung ausgesprochen, dass die feinen spaltförmigen Lücken ganz gleich zu rechnen seien den grossen Räumen im Bindegewebe, z. B. denen der Arachnoidea [1]).

Und endlich auf Grund verschiedener, an höheren und niederen Thieren gemachten Wahrnehmungen brachte ich alle solche Hohlgänge in Eine Reihe, zugleich auch den Leibesraum als die grösste dieser Höhlungen ansprechend. Die Leibeshöhle sei ein grosser, hier Lymph- dort Blutraum; durch Verengerung könne er gefässartig werden; Bluträume und Lymphräume seien ursprünglich Höhlungen des Bindegewebes und können erst nachträglich individueller sich gestalten [2]).

Histologen der Gegenwart, denen anscheinend meine Beobachtungen und Ansichten fremd geblieben, sind doch zu ganz ähnlichen Ergebnissen gelangt. Die kleinsten Höhlen des Bindegewebes, hört man jetzt sagen, seien von Endothelien ausgekleidet, die Interstitien des fibrillären Bindegewebes würden von einer Schicht abgeplatteter, protoplasmatischer Zellen begrenzt und machten so die kleinsten Interstitien zu serösen Höhlen, während sie der Oberfläche der Bindegewebsbündel aufliegen. Das Bindegewebe sei eine von Spalten durchsetzte Masse und die Spalten von Epithelien ausgekleidet; die Leibeshöhle sei die grösste der Bindegewebslücken.

§ 27.

Forschen wir nach dem Herkommen des festen oder fasrigen Bindegewebes, so muss ich auch jetzt noch bei der früher ausgesprochenen Ansicht verharren, dass die homogenen Lagen durch Zellenabscheidung nach Art der Cuticularbildungen entstehen.

An noch sehr jungen Larven von Batrachiern lässt sich dieser Bildungshergang deutlich verfolgen. Es erscheint hier eine zusammenhängende Schicht von hüllelosen Zellenleibern als Matrix der noch dünnen, schichtstreifigen Lederhaut; das sich darbietende Bild ist durchaus jener aus Zellen oder Zellenterritorien bestehenden Matrix und den abgeschiedenen Cuticularlagen des Hautpanzers eines Arthropoden zu vergleichen [3]).

---

1) Histologie, 1857, S. 31.

2) Histologie, die Abschnitte über „Blutgefässe, Lymphgefässe". — Bau des thierischen Körpers, S. 106.

3) Vergl. Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879, S. 174.

Andere Häute und Sehnen der Larven von Batrachiern lehren das Gleiche; nicht minder geht dieselbe Anschauung hervor aus der Betrachtung des Verhältnisses, in welchem Sarkolemma und Neurilemma zu ihrer zelligen Matrix stehen. Unklar ist mir geblieben, trotz aller angewendeten Aufmerksamkeit, ob aber nicht auch, an manchen Orten wenigstens, durch Umwandlung des Zellprotoplasma streifige Zwischensubstanz entstehen könne, in näherer oder entfernterer Verwandtschaft zu dem, was oben über die Entstehung der Cuticularlagen überhaupt berichtet wurde.

Was die Bildung der Lücken und Spalträume betrifft, so ist sie wohl auch auf ein Doppeltes zurückzuführen. Die erst auftretenden Höhlungen können nicht anders als mit den Zellen und deren Ausläufern in Beziehung gebracht werden. Die Zellen sind ja zuerst dagewesen und um sie und ihre Fortsetzungen scheidet sich die den Hohlraum begrenzende Substanz gleich einer Einhüllung ab. Von dem anderen Theil des Höhlensystems aber, welcher die streifigen Schichten durchzieht, müssen wir wegen Mangels der plasmatischen Fäden annehmen, dass dasselbe einem Zerklüftungs- und Zerspaltungsprozess den Ursprung verdankt.

Ueber den Zusammenhang des Lückensystems des Bindegewebes mit den Intercellularräumen des Epithels habe ich schon anderwärts berichtet[1]); auf die Verbindungen, welche zwischen den Zellen des Epithels und den Zellen des Bindegewebes bestehen, werde ich unten eingehen.

Bezüglich des „contractilen" Bindegewebes gestatte ich mir auf frühere Bemerkungen zurückzuweisen[2]).

1) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, S. 180. — Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, z. B. S. 21. — Auch PFITZNER (Die Schleimzellen in der Epidermis der Larve von Salamandra maculosa, 1879, S. 16, Anmerkung) sagt: „Eine directe Communication der Intercellularräume mit Spalträumen im Bindegewebe der Cutis glaube ich jetzt beim erwachsenen Thier von Salamandra beobachtet zu haben."

2) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Urodelen. Morphol. Jahrb. Bd. II, S. 310.

2. Cuticulargewebe.

§ 28.

Die Thatsachen, welche über den Bau des Cuticulargewebes bekannt geworden sind, berechtigen uns, dasselbe dem Bindegewebe anzureihen. Die geschichteten homogenen Lagen, welche das Gewebe zusammensetzen, das System der Lücken, Spalten und Porenkanäle, auch die Gegenwart zelliger Elemente mitten im Gewebe, alles dieses sind Züge, welche auch dem Bindegewebe gemeinsam sind.

Und doch ist leicht verständlich, wie es hat geschehen können, dass viele Histologen die Cuticularschichten dem Epithel zuwiesen und nicht dem Bindegewebe. Denn echte Epithelien können den mütterlichen Boden abgeben, von dem aus das Cuticulargewebe entsteht.

Meine Erfahrungen über Structur, Entstehung, Zusammenhang mit anderen Geweben, welche mich längst [1]) dahin führten, das Cuticulargewebe für dem Bindegewebe verwandt zu erklären, habe ich seiner Zeit, auch unter Berücksichtigung des Historischen, im Zusammenhange vorgeführt [2]). Es waren vor Allem die Hartgebilde — Hautpanzer und inneres Skelet der Arthropoden — welche ich hierbei im Auge hatte.

Sodann war es ferner das Sarkolemma, welches ich zuerst in die Gruppe der Cuticularbildungen rückte, indem ich zugleich die granuläre mit Kernen versehene Substanz unterhalb dieser Hülle als Matrix in Anspruch nahm [3]).

---

1) Archiv f. Anat. u. Phys. 1855 (Zum feineren Bau der Arthropoden). — Histol. 1857, S. 29.

2) Bau des thierischen Körpers, S. 34. — Vergl. auch: Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, S. 173 ff.

3) a. a. O. S. 71 ff.

Auch das Neurilemma musste ich für eine Cuticularbildung erklären und die Gründe solches zu thun, wies ich im Einzelnen nach [1]). Zuerst von Wirbellosen ausgehend, machte ich aufmerksam, dass unterhalb der homogenen Neurilemmaschicht eine aus Kernen und körnigem Protoplasma bestehende Matrix vorhanden sei, von welcher das Neurilemma den Anfang nimmt. Ferner wurde gezeigt, dass das gleiche Verhalten im Nervengewebe der Wirbelthiere bestehe.

Die Sculpturen, welche auf der freien Fläche der Cuticularbildungen in Form von Leisten, Höckern, Grübchen und dergleichen sich entwickeln, lassen sich den manchfaltigen Sculpturen an den Hautknochen und Zähnen der Wirbelthiere vergleichen.

Bei meinen späteren Studien schien mir auch die aufgefundene Thatsache der Beachtung werth, dass, gleichwie bei tiefer stehenden Thierformen die Unterschiede der „Species" sich oftmals in ähnlichen Reliefbildungen abspiegeln, auch bei Wirbelthieren dergleichen Sonderungen sich ausprägen. Ich verweise auf die Beobachtungen am Epithel der Ruthen der Eidechsen [2]), ferner auf die so charakteristischen Sculpturen, welche die Cuticula des Integuments sowohl bei Schlangen [3]), als auch in der Klasse der Amphibien darbietet [4]). Von besonderem Interesse erscheinen die Reliefformen, welche bei den Männchen der Frosch- und Krötenarten an der sogenannten Daumenschwiele auftreten, wozu auch entsprechende Bildungen an den Zehenspitzen der Wassermolche nicht fehlen [5]). Dass alle diese Verhältnisse auch für die systematische Zoologie verwerthbar seien, habe ich im Einzelnen dargelegt.

---

1) a. a. O. S. 87, S. 93.

2) Histologie S. 505, Fig. 246. Weiter ausgeführt in: Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, 1872, S. 143.

3) Aeussere Bedeckungen der Reptilien und Amphibien: Haut einheimischer Ophidier, Archiv f. mikrosk. Anat. 1873.

4) Allgemeine Bedeckungen der Amphibien, Archiv f. mikrosk. Anat. 1876. — Bau der Zehen bei Batrachiern, Morphol. Jahrb. II. — Hautdecke der Urodelen, Morphol. Jahrb. II.

5) Bau der Zehen bei Batrachiern und die Bedeutung des Fersenhöckers, Morphol. Jahrb. II.

§ 29.

Die Punkte, welche ich im Laufe der jetzt gepflogenen Untersuchungen ins Auge fasste, beziehen sich auf die „Fasern“ der Cuticula, Gleichartigkeit von Cuticular- und Bindegewebe, Cuticula des Integuments eines Nematoden, Entstehung der Reibplatte der Zunge von Mollusken, Kiefer der Gastropoden, endlich auf die Feinheit, bis zu welcher die Sculpturen herabgehen können.

Fasern. — Während ich früher bezüglich des Baues der Cuticula der Wirbellosen bloss anzugeben hatte, dass, abgesehen von den Porenkanälen und der Sculptur, es sich im Uebrigen um homogene Substanz handele, die bei gehöriger Dicke Schichtungsstreifen aufzeige, so wird in neuester Zeit von mehreren Beobachtern gefunden, dass die Cuticula gewisser Anneliden aus Fasern bestehe [1]).

Da unter Anderem auch der Krebsegel, *Branchiobdella*, welcher mir gerade zur Verfügung stand, als eine jener Gattungen bezeichnet wird, bei der die faserige Cuticula vorkommt, so habe ich die Haut des Thieres auf diese Angabe mir angesehen. Es ist einzuräumen, dass das Bild sich so ausnimmt, als ob gekreuzte Faserlagen die Cuticula zusammensetzen. Allein ich vermag mich nicht zu überzeugen, dass die Linien der Ausdruck von wirklichen einzelnen, für sich bestehenden Fasern sind. Vielmehr meine ich zu erkennen, dass die Fäden, ähnlich wie ich es bezüglich der „Fibrillen“ in den einfachen oder glatten Muskeln zu erörtern haben werde, nur Verdickungen von homogenen Substanzlagen vorstellen und dadurch auch das dunklere Aussehen gewonnen haben. Man könnte sie deshalb manchen Formen von elastischen Fasern vergleichen.

Verwandtschaft zum Bindegewebe. — Bei der Zergliederung von *Ascaris megalocephala* bot sich, namentlich bei Anfertigung von Schnitten, längs und quer durch das ganze Thier, gar Manches dar, was auf die Verwandtschaft zwischen Cuticular- und Bindegewebe hindeutet. Mehr als einmal stossen wir auf Verhältnisse, welche bekunden, dass Bindesubstanz von der Beschaffenheit echten Cuticulargewebes sein könne. Es mag z. B. auf die unbezweifelbare Bindesubstanz verwiesen werden, welche den Leibes-

1) Vergl. R. Timm, Beobachtungen an Phreoryctes Menkeanus. Arbeiten d. zool.-zoot. Instituts in Würzburg 1883.

raum durchspannend an die dort befindlichen Organe sich festsetzt. Die Blätter und Balken dieses Gerüstwerkes sind von demselben gleichmässig hellen homogenen Wesen, wie Cuticularschichten sich zeigen. Auch die dicke Tunica propria (Taf. III, Fig. 53) des Nahrungsrohres, von welcher noch einmal die Rede sein wird, gibt das Bild einer echten Cuticula, und doch ist sie schon als Gerüst bildende Schicht des Darms dem Bindegewebe anzuschliessen.

Bei derselben Gelegenheit habe ich auch der Cuticula des Integumentes von genanntem Nematoden Aufmerksamkeit geschenkt, ohne aber so wenig wie früher[1]) an *Ascaris lumbricoides* ganz ins Klare gekommen zu sein. Es verdiente gar wohl die Hautdecke der Rundwürmer eine besondere vergleichend durchgeführte Untersuchung.

Was man bei *Ascaris megalocephala* herkömmlich Cuticula des Integumentes nennt, ist eine zusammengesetzte Bildung, bestehend aus mehreren unter sich verschiedenen Schichten. Insbesondere haben die dicksten Lagen eine Beschaffenheit, als ob ihre Hauptmasse von einer Art Gallerte erzeugt würde, durchsetzt von senkrecht gestellten Bälkchen.

Mustern wir z. B. einen Längsschnitt, welcher durch den Kopftheil des Wurmes gelegt ist, so lassen sich jenseits der Matrix vier Schichten unterscheiden. Die Matrix selber stellt sich entweder dar als Protoplasma mit Kernen, also in der Form einer Zellenlage, deren einzelne Zellenbezirke untereinander zusammengeflossen sind, oder die Zellen bleiben für sich abgegrenzt. Ferner weichen sie auch darin von einander ab, dass sie entweder von wenig dicklicher Form sind, oder sich auch, z. B. gegen die Kopfpapillen zu, in cylindrische Formen erheben.

Die der Matrix zunächst anschliessende Schicht ist homogen, jedoch lassen sich in ihr sehr feine senkrechte Strichelchen erkennen. Die Lage wäre nach Dicke, innerer Beschaffenheit und im Verhalten zu den Zellen der Matrix der gestrichelten Cuticula im Darmkanal zu vergleichen und in gewissem Sinne wie dort als eine Umbildung des Kopfendes der Zellen anzusehen.

Die zweite Schicht, etwa von gleichem Dickendurchmesser wie die erste zeigt ein faseriges Gefüge, wobei die Fasern oder Bälkchen zu einem Geflecht sich verbinden, welches in den Papillen

1) Haben die Nematoden ein Nervensystem? Archiv f. Anat. u. Phys. 1861.

des Kopfes stärkere Längszüge entwickelt und hier ohne scharfe Grenze in die dritte Schicht übergeht.

Die letztere ist die dickste und hat die oben schon erwähnte gallertige Beschaffenheit. Im Innern der Kopfpapillen biegen die Fasern des Flechtwerkes deutlich um, indem sie die senkrechte Richtung nehmen, aber auch jetzt noch von Stelle zu Stelle durch Theilung und Wiedervereinigung ein Netzwerk erzeugen, das in seinen Maschen die gallertige Substanz enthält. Jenseits des „Halses“ des Wurmes verdickt sich allmählig diese ganze Schicht bedeutend und stellt in ihrer Mächtigkeit die Hauptmasse des Integumentes überhaupt dar. Dabei sind die Bälkchen regelmässiger in Abständen geordnet, quer auf die Längsachse des Thieres. Ich glaube zu sehen, dass diese Schicht nach beiden Flächen sich hautartig absetzt, wodurch und indem sie sich gegen die halsartige Einschnürung des Wurmkörpers hin verjüngt, wie keilförmig — im Längsschnitt — nach der Wurzel der Kopfpapillen zu sich verliert.

Endlich die vierte oder Grenzschicht der Haut nach aussen hat wieder das Aussehen einer Cuticula im engeren Sinne: sie ist homogen, streifig geschichtet, mit querringeliger Sculptur.

Sollte ich mich über die Bedeutung dieser vier Schichten im Allgemeinen äussern, so würde ich sie sämmtlich unter den Begriff der „Cuticula“ bringen, aus dem Grunde, weil sie alle jenseits der zelligen Matrix oder Hypodermis liegen und unter der Einwirkung der letzteren wohl auch entstanden sind. Hierbei erblicke ich in der Beschaffenheit der zweiten und dritten Schicht ein neues bestätigendes Beispiel zu der von mir ausgesprochenen Ansicht, dass die Cuticularbildungen des Integumentes Verwandtschaftliches zum Bindegewebe haben: der Bau dieser Schicht erinnert an den des Coriums der Wirbelthiere.

Zahnbildung bei Weichthieren. — Alle Beobachter stimmen darin überein, dass der Zahnbesatz der Zunge der Schnecken eine Cuticularbildung sei; aber bezüglich der Entstehung der Zähne gehen die Angaben bis in die jüngste Zeit auseinander und daher habe ich an *Ancylus lacustris* die Entwicklung der Zähne und ihr Verhalten zu den darüber liegenden Zellen selber kennen zu lernen getrachtet.

Das Ergebniss war, wie es erwartet wurde. Grosse, hohe Zellen des Zungenwulstes scheiden an der freien Fläche eine homogene Lage ab, welche zur „Grundmembran“ wird. Man vermag

an den nach aussen gehenden Rändern der Radula die ganz allmählige Entstehung dieser Membran zu verfolgen: von zarten, leisen Anfängen aus verdickt sie sich allmählig einwärts und wird zu einer leicht durch Reagentien abhebbaren Schicht. Letztere scheidet sich in plattenartige Abschnitte, entsprechend dem oberen tafelförmig verbreiterten Ende der Matrixzellen oder Gruppen von solchen. Die Grenzen der Platten werden durch helle Furchen bezeichnet. Ferner lässt sich bei gehöriger Vergrösserung mit gleicher Sicherheit ermitteln, dass die Zähne der Rachis ebenso allmählig als Verdickungen der Grundmembran entstehen. Es beginnt eine schwache Aufkrempung des einen Randes der an sich schon flache Erhöhungen darstellenden Platten, der Rand biegt sich mehr hervor, wird dadurch schon zahnartiger und geht an den nächstanschliessenden Platten in die eigentlichen Zähne über. In gleichem Verhältniss als der Zahn sich erhebt, verschmälert sich die Platte. Also: Grundmembran und Zähne sind Eins und Dasselbe; die Zähne sind in typischer Weise umgeformte Verdickungen und Hervorwölbungen der Grundmembran (vergl. Taf. II, Fig. 28).

Die Zunge im Ganzen ist eine Hohlkehle, die Hackenspitzen der Zähne sind nach rückwärts gerichtet und gehen in drei Hauptzacken aus, daneben aber können noch einige feinere Spitzchen zugegen sein. Ueberhaupt halten keineswegs die Zähne der Radula alle die gleiche Form der Zackenbildung streng ein, insbesondere nimmt nach hinten die Zackenbildung zu.

Wie man sieht, stimmen meine Wahrnehmungen mit der Weise überein, in welcher früher Semper [1]) Zähne und Grundmembran entstehen liess. Unterdessen scheint der Genannte diese Auffassung verlassen zu haben und sich jetzt Denen anzuschliessen, welche behaupten, dass Zähne und Grundmembran nicht von einem und demselben Epithel abgeschieden werden, sondern von verschiedenen Zellen. Nach letzterer Darstellung würden die Zähne gleichsam aufgesetzt auf die Grundmembran und zwar durch Wirkung eines anderen Epithels [2]). Für mich hat es von vornherein etwas durchaus Unwahrscheinliches, dass an der Radula der Schneckenzunge, anstatt der einfachen Weise, wie in allen andern verwandten

1) C. Semper, Zum feineren Bau der Molluskenzunge. Zeitschrift für wiss. Zool. IX. Bd.

2) Vergl. z. B. Rücker, Bildung der Radula bei Helix pomatia. Ber. d. Oberrh. Ges. für Natur- u. Heilkunde, Bd. XXII.

Fällen Zahnbildungen zu Stande kommen, hier zusammengesetztere Verhältnisse Platz greifen sollten.

Auch die Kiefer von *Ancylus* zeigen eine ähnliche Entwickelung. Aus einzelnen, dicht zusammenstehenden Platten oder Zähnen bestehend, umsäumt der Kiefer als vielzackiger Bogen die Oeffnung des Mundes. Im Ganzen kann er sich, weil nicht aus einem einzigen Stück geformt, in verschiedener Gestalt darstellen: hufeisenförmig, dann wieder wellig gebogen, auch wohl durch Uebereinanderschieben Schlingen bildend. Die herkömmlichen Angaben über den Kiefer unseres Thieres in den conchyliologischen Schriften verrathen, dass das Gebilde für die betreffenden Autoren noch kein Gegenstand eingehenderen Studiums gewesen ist. Ich sehe so viel, dass die Kieferzähne in der Form einer homogenen Cuticula beginnen; hierauf folgt Felderung und Punktirung; dann Verdickung und Braunwerden der Lagen, wobei es die einzelnen Zellenränder sind, welche sich erheben und bräunlich gezackt werden. Der zackige Rand der einzelnen fertigen Platte ruft auf der Fläche eine Riefelung hervor und die ganze Cuticularbildung erscheint durchsetzt von feinen die Punktirung erzeugenden Poren. Die Zellen nach aussen, welche sich anschicken Kiefertheile zu werden, können durch die sich erhebenden cuticularen Ränder, von der Fläche gesehen, das Bild einer bräunlichen Netzbildung geben.

Ueber die Kiefer der *Paludina vivipara* hatte ich seiner Zeit berichtet, dass dieselben aus „verhornten Zellen" sich bilden [1]. Da Solches später von Andern angezweifelt wurde, hatte ich eine Nachprüfung vorgenommen, deren Ergebniss eine Bestätigung der früheren Angaben war [2]. Ich habe jetzt auch noch die Kiefer von *Lymnaeus stagnalis* in dieser Beziehung angesehen und den gleichen Befund erhalten. Auch hier bestehen sie aus hohen Cylinderzellen, welche chitinisirt sind; an den Enden der Kiefer, allwo sie an das Epithel der Umgebung anstossen, die Zellen niedriger und von gewöhnlicher weicher Beschaffenheit sind, überdeckt die letztere eine derbe Cuticula [3].

1) Zeitschrift f. wiss. Zool. 1850.

2) Hautdecke und Schale der Gastropoden, Archiv f. Naturgesch. 1876, Sonderausgabe S. 53, Anmerkung 2.

3) Die Larvenzähne der Batrachier gelten Andern und mir als ein ausgesprochenes Beispiel von Cuticularbildung (Allgemeine Bedeckungen der

Feinheit der Sculptur. — Die Sculpturen der Cuticula epithelialer Lagen können von sehr grosser Feinheit sein, so dass gute Hilfsmittel und besondere Aufmerksamkeit erforderlich sind, um sie zu erkennen, wozu ich schon früher ein Beispiel aus den Seitenorganen der Fische gebracht habe[1]). Jetzt bei gelegentlicher Untersuchung der Tracheen von Spinnen wurde bemerkt, dass dieselben keineswegs, wie Solches mitunter scheint, eine glatte Innenfläche haben, sondern auch hier die freie Fläche der Intima in eine Reliefbildung ausgeht. Ich erwähne z. B. die Gattung *Dysdera*, allwo für die gewöhnlichen Linsen die Tracheen eine glatte Innenfläche haben, allein bei Anwendung der nunmehr möglichen Vergrösserungen kommt auch hier ein sehr feiner „Spiralfaden" in Sicht [2]).

Amphibien 1876, Sonderausgabe S. 11), wesshalb doch ins Gedächtniss zurückgerufen werden mag, dass Reichert die Entstehung dieser Hornzähne ganz anders gefasst hat. Nach ihm liegt ein bindegewebiges Substrat zu Grunde, welches dem „häutigen Knorpel oder Faserknorpel" gliche. Auf der freien Fläche dieses Substrates erheben sich Reihen geordneter Papillen, aus derselben Substanz bestehend, darüber weg breite sich das verhornte Epithel aus, deren Hornplättchen keinen Kern mehr zeigen. Im Innern eines solchen Zahnes liege keine Zelle, sondern die Zahnpapille und das Epithel bilde eine kegelförmige Hornkapsel. Archiv f. Anat. u. Phys. Bericht üb. d. mikrosk. Anat. S. 18, Anmerkung.

1) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879.

2) Ich habe an dieser Stelle ein von mir begangenes Uebersehen gut zu machen. Als ich vor einiger Zeit die Beschaffenheit der Zellen der Speicheldrüsen einiger Hemipteren beschrieb (Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere), gedachte ich nebenbei der Anwesenheit „zweier Ausführungsgänge" mit bräunlicher querringeliger Intima und gab einigen Vermuthungen Raum, ohne zu wissen, dass Paul Mayer schon lange an *Pyrrhocoris apterus* den wirklichen Sachverhalt aufgedeckt hat. Der anscheinend zweite Ausführungsgang ist nach Genanntem ein ansitzender Blindschlauch, der einem sehr verlängerten Drüsenlappen entspricht (Archiv f. Anat. u. Phys. 1874).

3. Knorpelgewebe.

§ 30.

Abermals im Anschluss an die zusammenfassende und übersichtliche Darstellung, welche ich auch über das Knorpelgewebe früher vorgelegt habe [1]), sollen jetzt jene Punkte einer Erörterung unterzogen werden, in denen ich über das dazumal Erreichte hinausgekommen zu sein glaube. Die gegenwärtigen Mittheilungen betreffen den Hyalinknorpel im Körper einiger Amphibien und eines Säugethieres, während ich einstweilen noch nicht zum Studium des Knorpels der Sepien gelangt bin, welcher, wie schon aus der älteren Arbeit BERGMANN'S [2]) hervorgeht, ein besonders günstiges Object sein muss.

Ausläufer der Zellen; Poren der Grundsubstanz. — Oben bereits wurde über die Structur der Knorpelzelle, wie sie in Salamander- und Tritonenlarven, sowie bei der Katze sich erkennen liess, gehandelt, auch der Manchfaltigkeit der Zustände, welche uns an der frischen lebenden Zelle im Protoplasma und Kern entgegentreten, gedacht.

Von Bedeutung ist nun ferner, ob und wie weit die vom Zellleib abgehenden äusserst zarten protoplasmatischen Strahlen, die Kapsel der Zelle durchsetzend, in die Zwischensubstanz eindringen. Dass etwas von Wegen oder Gängen vorhanden ist, welche solche feine Zellenausläufer aufnehmen könnten, geht schon aus dem Früheren hervor. So weit ich nämlich zu sehen vermochte, machen sich am Saume der Kapsel an der Innenseite feine Einkerbungsstrichelchen bemerklich, welche auf beginnende Kanälchen zu deuten man sich wohl für befugt halten darf, ja ich meine da und dort die Strichelchen durch die Dicke des

---

1) Bau des thierischen Körpers, 1864, S. 53 ff.

2) BERGMANN, Disquisitiones microscopicae de cartilaginibus, in specie hyalinis. Dorpati 1850.

Saumes verfolgen zu können. Jenseits des Saumes aber erschien auch bei Zuhülfenahme der verschiedensten Untersuchungsmittel die eigentliche Zwischensubstanz im Knorpel der genannten Urodelen rein gleichmässig homogen. Und doch geht meine Vermuthung dahin, dass uns nur gegenüber den äusserst kleinen morphologischen Verhältnissen auch die besten Linsen im Stiche lassen. Ich möchte auch die rein homogen erscheinende Natur der Grundsubstanz für eine fein durchbrochene halten, aus folgender Wahrnehmung.

Ich untersuchte feine Schnitte der Ligamenta intervertebralia aus der Halsgegend der neugeborenen Katze. Das einzelne Band hat nach aussen durch Verdichtungsstreifen oder „Fibrillen“ mehr den Charakter von Bindegewebe, einwärts eher die Beschaffenheit von Knorpel, welcher alsdann in wirklichen Knorpel übergeht. Prüfen wir nun die Zellen in der Uebergangsschicht, so zeigt sich Zellleib und Kern im optischen Schnitt von sehr zusammengedrückter Form, und bei Ansicht von der Fläche erscheinen beide von netzig schwammigem Wesen; ein wenn auch nicht ansehnlicher, doch deutlicher Hohlraum thut sich um den Zellenkörper auf, begrenzt von der Grundsubstanz. Und blicken wir, worauf es jetzt ankommt, genau auf die Grundsubstanz, so löst sich bei hoher Vergrösserung für das Auge des Beobachters, welcher Aehnliches kennt, die homogen-körnige Fläche ebenfalls in ein Schwammgefüge auf, das aber so dicht und fein ist, dass eben der Eindruck des einfach „Körnigen“ zuerst und vielleicht längere Zeit sich geltend macht. Verfolgen wir nun von der Uebergangsschicht die schwammige Structur in den eigentlichen Knorpel hinein, so geht das „Körnige“, was wir so eben aufzulösen wussten, in eine Grundsubstanz über, die einstweilen für uns ganz hell und homogen bleibt.

§ 31.

Indem wir jetzt zur Hauptfrage zurückkehren, ob feine Ausläufer des Zellkörpers in die Zwischensubstanz eintreten, so sind meine Ergebnisse trotz der aufgewendeten Mühe sehr gering ausgefallen. Im Rippenknorpel der neugeborenen Katze vermochte ich nicht einmal den Kapselraum durchspannende Strahlen des Zellkörpers wahrzunehmen, weder im frischen Zustande, noch in Chromsäurepräparaten. Hingegen am Knorpel des Erdsalamanders liessen sich nicht nur die protoplasmatischen Ausstrahlungen sehen,

sondern auch feststellen, dass sie ihren Weg bis zur Innenfläche der Kapsel nehmen. Von da aus sie weiter durch die Kapselwand in die Grundsubstanz zu verfolgen, war unmöglich. Doch würde ich gern einem Beobachter, welcher mit vollkommeneren Instrumenten und noch besseren Methoden arbeitend, aussprechen sollte, dass er den Plasmafädchen weiter nachzugehen vermocht habe, Glauben schenken.

Keinem Zweifel scheint mir aber zu unterliegen, dass wenn auch wirklich die Zellfortsätze durch die Kanäle der Kapselwand hindurch in die Gänge der Zwischensubstanz gelangen, doch die Zahl der Zellenausläufer oder Strahlen in gar keinem Verhältniss geringer ist, als jene der Porengänge. Wir dürfen daraus wieder den Schluss ziehen, dass die Lücken und Porenkanäle den Ursprung einem Vorgang verdanken müssen, welcher in der Intercellularsubstanz selber abläuft, und eben sowohl im Bindegewebe, als auch im Cuticulargewebe und den Kalkconcrementen der Hautdecke die Porosität hervorruft. Schon in einer auf Veranlassung von Reichert erschienenen Arbeit A. Brandt's [1]) wird der eine dieser Punkte hervorgehoben, indem gesagt wird, die unter gewissen Umständen gleich Radien durch die Kapseln der Knorpelzellen tretenden Linien seien so zahlreich, dass sie sich nicht mit den Strahlen der Zelle in Verbindung bringen liessen. Dabei gibt der Autor eine etwas eigenthümliche Erklärung der Streifen: sie entständen dadurch, dass die Oberfläche der Kapsel, sowohl innen als aussen, nicht glatt, sondern hügelig sei und der Schatten durch die Thäler bewirke das strahlige Gefüge.

Es ist vielleicht angemessen und lehrreich, einige Angaben anderer Beobachter über den abgehandelten Gegenstand zusammenzustellen, schon weil aus dem Widersprechenden in diesen Mittheilungen hervorgeht, dass es sich doch um recht schwierig zu erkennende Structuren handeln müsse. Das Nachfolgende ist zum Theil aus zweiter Hand genommen.

Im Knorpel der Sepien sah Bergmann [2]) bereits im Jahre 1850 die prächtigsten sternförmigen Knorpelkörperchen von der Beschaffenheit, wie man sie bei den Corpuscula radiata der Knochensubstanz

---

1) A. Brandt, Disquisitiones de ossificationis processu. Diss. inaug. Dorpati Livonorum 1852.

2) a. a. O.

gefunden hat. Boll gedenkt aus dem gleichen Knorpel reich verästelter Zellen. Kollmann deutet die Fortsätze und Ausläufer als Kanäle, in welche sich Verlängerungen des Protoplasma hineinerstrecken[1]).

H. Müller beschreibt eine feine radiäre Streifung von grosser Regelmässigkeit an den Knorpelkapseln und glaubt daraus schliessen zu dürfen, dass die Knorpelkapseln von Porenkanälchen durchbohrt seien[2]).

Später hat ein Anderer die Kanälchen für Kunstproducte erklärt.

Hingegen hält wieder O. Hertwig[3]) die Streifung für den Ausdruck von Kanälen und vermochte selbst in selteneren Fällen feinste Protoplasmafortsätze in die Poren eine Strecke weit zu verfolgen.

Retzius konnte weder im hyalinen noch im Netzknorpel Saftkanälchen wahrnehmen, welche mit Zellen verbunden seien (1872).

Im gleichen Jahr vermochte Heitzmann ein feines Netzwerk darzustellen: helle unregelmässige Strassen mit varicösen Anschwellungen, welche die Felder der Grundsubstanz durchziehen[4]).

Henocque bestätigt das Netz der Kanälchen, spricht sich aber gegen das Eindringen von Fortsätzen der Knorpelzellen aus[5]).

Petrone beschreibt ein die Grundsubstanz des Gelenkknorpels durchziehendes Netzwerk von Kanälchen (1874), was wieder Calomiatti nicht finden kann (1874). Die Hertwig'schen Linien seien nicht Kanälchen, sondern feinste elastische Fäserchen; nur an den obersten Schichten der Gelenkknorpel der Säugethiere ständen die Zellen durch lang verästelte Fortsätze in Verbindung.

L. Gerlach spricht als Ergebniss seiner Untersuchungen über das Knorpelgewebe aus, dass die Lehre von den Saftkanälchen unhaltbar sei. Die Ernährung des Knorpels geschehe nicht durch directen Zufluss, sondern auf dem Wege der Diffusion durch die von keinerlei Oeffnungen durchsetzte Intercellularsubstanz[6]).

---

1) Kollmann, Structurlose Membranen bei Wirbelthieren und Wirbellosen. Sitzber. d. Akad. d. Wiss. in München 1876.

2) H. Müller, Ueber verkalkte und poröse Kapseln im Netzknorpel des Ohres. Würzb. naturh. Zeitschrift I.

3) O. Hertwig, Entwicklung und Bau des elastischen Gewebes im Netzknorpel. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. IX.

4) Heitzmann, Wiener med. Jahrbücher 1872.

5) Henocque, Gazette med. de Paris 1873.

6) L. Gerlach, Verhalten des indigoschwefelsauren Natrons im Knorpelgewebe lebender Thiere 1876. — Der Verfasser verlegt unter Anderm die

Nach Tillmanns existiren die Saftkanälchen ebenfalls nicht, die Ernährung geschehe durch Diffusion. Die Grundsubstanz des Hyalinknorpels sei nicht homogen, sondern habe einen faserigen Bau, entweder in paralleler Richtung oder in sich kreuzenden Systemen, auch netzförmig durch balkenartige Geflechtbildung sei die Faseranordnung. Die Kittsubstanz dazwischen ist Mucin. Zwischen Hyalinknorpel und Bindegewebe sei kein Unterschied [1]).

A. Budge glaubt die Existenz eines eigenen festbegrenzten Röhrensystems im Hyalinknorpel nachgewiesen zu haben [2]). Durch dasselbe seien die Knorpelkapseln untereinander verbunden und das ganze Kanalsystem stehe in Verbindung mit den Lymphgefässen.

Nykamp findet, dass auch im Knorpel der Säugethiere wie bei Sepien die Knorpelzellen durch feinste Kanälchen verbunden seien.

Petrone gibt eine ausführliche Darstellung des Kanalnetzes im Knorpel und schildert die manchfachen Formen, unter denen es erscheint; auch der italienische Histolog lässt das Kanalnetz mit dem Lymphgefässsystem zusammenhängen [3]).

Flesch [4]) sieht radiäre Spalten, welche von der Umgrenzung der Knorpelhöhlen in die Grundsubstanz eindringen. In manchen Fällen, so im Gelenkknorpel des Frosches, sind nachweisbare Fortsetzungen der Zellsubstanz in die Spalten hinein zugegen.

Aus vorstehenden Angaben verschiedener Beobachter lässt sich der Schluss ziehen, dass

---

Farbpunkte in die „Kittleisten“ der Endothelien; ich würde die punktirten Linien in die Intercellularräume verlegen. So wenig sich aber diese dem genannten Beobachter als Hohlgänge darboten, ebensowenig mag das auch mit den „Saftbahnen“ des Knorpels gewesen sein. Die Farbpartikeln in den Knorpelzellen der Abbildungen gedachter Schicht liegen nach meiner Auffassung in den Maschenräumen der Zellsubstanz und die dickere umgebende Farbzone (z. B. in Fig. 17) in dem Raum zwischen Zellsubstanz und Kapsel.

1) Tillmanns, Die fibrilläre Structur des Hyalinknorpels, Centralblatt für Chirurgie 1877.

2) A. Budge, Mittheilung über die Saftbahnen im hyalinen Knorpel. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XVI, Bd. XIV.

3) Angelo Petrone, Sulla struttura delle cartilagine 1879 (Giornale internazionale delle Scienze Mediche I). Eine an Thatsachen reiche Abhandlung. Meine Beobachtungen am Kalkknorpel der Katze stimmen mit Fig. 42a überein.

4) Max Flesch, Untersuchungen über die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels, Würzburg 1880.

1) die Grundsubstanz des Knorpels von Lücken, Spältchen und Kanälchen durchbrochen ist; dass ferner

2) dies System von Hohlgängen mit Lymphräumen zusammenhängt; endlich

3) dass sich auch Ausläufer der Substanz der Knorpelzellen in dies Lückensystem hineinerstrecken können.

Die bisherige histologische Forschung hat ergeben, dass alle diese Sätze in gleicher Weise für viele der dicken Lagen des Cuticulargewebes Geltung haben und ebenso für das Knochengewebe.

§ 32.

Wählt man im Körper der Larven des Erdsalamanders solche Stellen aus, wo Hyalinknorpel und Bindegewebe aneinander stossen, in der Absicht, um vielleicht über den Grund der eintretenden Sonderung einiges in Erfahrung zu bringen, so vermögen wir bei aller Aufmerksamkeit dem Gegenstande kaum etwas Besonderes abzugewinnen. Wir sehen nur so viel, um schliessen zu können, dass die Zellen mit ihrer Form zugleich auch die Thätigkeit ändern, man könnte sagen, jetzt in zwei „Spezies“ auseinandergehen und hierdurch das an beiden Geweben Eigenartige erzeugt werden möge. Das Nähere in den Vorgängen lässt sich so wenig fassen, als es beim Ablauf der Entwicklungszustände im Embryo überhaupt geschehen kann.

Die Kerne der Zellen, welche das Bindegewebe gestalten, werden länglich und flachen sich ab; das Gleiche erfolgt am Zellenleib. Der letztere wird anscheinend zu einer nach beiden Polen hin lang ausgezogenen Faser, die in Wirklichkeit aber der optische Schnitt eines lang hingestreckten Plättchens ist. Kern und Leib der Knorpelzellen bleiben rundlich und die Intercellularsubstanz grenzt sich in ihrer homogen klaren Natur scharf gegen die „Häutchenzellen“ des Bindegewebes ab. Man trifft wohl auf Stellen mit Uebergangsformen, aber sobald die bezeichnete Sonderung eingetreten, zieht auch eine scharfe Grenzlinie zwischen Knorpel und Bindegewebe durch.

4. Knochengewebe.

§ 33.

Die Untersuchung dieses schwierigen Gewebes habe ich nur insoweit wieder aufgenommen, als gewisse Fragen, deren Beantwortung als gegenwärtiges Ziel vorschwebte, neue Beobachtungen erheischten. Immerhin ist dabei Manches gefunden worden, was die eigenen früheren Aufstellungen[1]) zu verbessern im Stande ist.

Knochenkörperchen. — Was die Knochenkörperchen anbetrifft, so hatten die dazumal angewandten Vergrösserungen noch nicht erlaubt, an den verästigten oder strahligen Formen den Rand des Protoplasma von den die Strahlen des Zellleibes aufnehmenden Hohlgängen immer zu unterscheiden. Doch schon mit den schwächeren Linsen aus jener Zeit glaubte ich annehmen zu dürfen, dass der Inhalt der Höhlungen nicht durchaus rein flüssig sei, vielmehr noch ein Theil des ursprünglichen Protoplasma zugegen sein möge.

Durchgeht man mit jetzigen Tauchlinsen das Knochenkörperchen etwa aus Schädelknochen der Larven von Urodelen, so unterscheiden wir den meist länglichen Kern und sein inneres Netz, dann um den Kern herum die Zellsubstanz, zwar nur in dünner Lage, aber als zusammenhängende Umhüllung. Von letzterer weg gehen verästigte, dünne Ausläufer des Protoplasma durch den weiten Raum der Kapsel, welche die strahlige Zelle in sich birgt (Taf. II, Fig. 27).

Bereits vor Jahren wurde von mir darauf aufmerksam gemacht, dass man auch bei Säugethieren schon im frischen Zustande den Kern der Knochenkörperchen leicht in dünnen Knochen erblicken könne, so z. B. in den Nasenmuscheln der Hausmaus. Den Zellenleib unterschied ich damals noch nicht und auch jetzt gelingt es mir nicht durchweg. In der Spongiosa der Halswirbel

1) Bau des thierischen Körpers 1864, S. 56.

der neugeborenen Katze sind die Kerne der Knochenkörperchen überall deutlich, aber von einem Zellenleib ist entweder gar nichts zu sehen, oder höchstens nur Spuren. Vielleicht hängt dieser Wechsel zusammen mit Erscheinungen der Um- und Rückbildung.

Denn vergleiche ich hierzu den Oberschenkel derselben Katze, so vermag ich an den Knochenkörperchen, trotzdem dass sie um vieles kleiner sind als jene des Salamanders, doch denselben Bau zu erkennen, wie bei genanntem Amphibium. In der gern zackig eckigen Kapsel eingeschlossen liegt ein Kern, umgeben von Zellsubstanz und diese entsendet zur Kapselwand lange Strahlen. Vermuthlich hatten Beobachter vor vierzig Jahren, z. B. J. MÜLLER, solche Bilder vor Augen, wenn sie von „zackigen und ästigen Kernen“ im Knorpel reden. Erst mit den Hilfsmitteln der Gegenwart ist es möglich zu sehen, dass die Strahlen und Zacken, welche die Kapsel durchspannen, nicht, wie es den Anschein haben kann, vom Kern selbst kommen, sondern von dem den Kern umgebenden Protoplasma und in die Kanälchen der Höhlen sich fortsetzen.

Das Verhältniss des Plasma zum Kern kann sich übrigens auch in einer andern Form darstellen. Es gehen vom Kern, dessen Substanz deutlich netzig ist, feine Strahlen aus in die den Kern umziehende Höhlung und diese Lichtung ist begrenzt von einem schwachen plasmatischen Saum, in welchen die vom Kern kommenden Strahlen eintreten.

Es wäre wieder besonders wichtig zu wissen, wie weit denn eigentlich die plasmatischen verästigten Ausläufer des Zellleibes sich in das System der Kanälchen, welches die Grundsubstanz des Knochens durchsetzt, erstrecken. Doch lässt hierüber die einfache Beobachtung im Stich. In hohem Grade ist wahrscheinlich, dass sie sich um vieles weiter in die Kanälchen verbreiten, als wir uns vor die Augen zu bringen vermögen.

Zu solcher Annahme gelange ich durch das, was man an den Zähnen der Larve des Erdsalamanders wahrzunehmen im Stande ist. In diesen so durchsichtigen, für die Untersuchung günstigen Theilen besteht der Zahnkeim aus Zellen, deren Leib in nur schwacher Umhüllung den grossen Kern umschliesst. Jene Zellen, welche den Gipfel der Zahnpulpa bilden, lassen das Plasma in die Spitze des Zahnes weit hinauf vordringen in die dort befindlichen feinästigen Verlängerungen der Zahnhöhle. Darnach darf wohl angenommen werden, dass auch in die übrigen Röhrchen des

Zahnbeins Verlängerungen des Zellleibes einwachsen werden und ebenso gründet sich auf gedachte Thatsache die Vermuthung, dass auch die Ausläufer der Knochenzellen länger sein werden, als es bei ihrer Feinheit wirklich zu sehen möglich ist.

§ 34.

Grundsubstanz. — Ueber die Beschaffenheit der Grundsubstanz des Knochengewebes vermag man heutzutage ebenfalls schärfere Bilder zu erhalten als es früher erreicht werden konnte. Die Grundsubstanz galt bisher entweder für homogen, oder es wurde eine granulirte Textur angenommen oder zuletzt auch eine Zusammensetzung aus Fibrillen. Man kann sich mit Tauchlinsen die Ueberzeugung verschaffen, dass abgesehen von den „Kalkkanälchen" die Grundsubstanz von einem System feinster und äusserst dichtstehender Lücken, da und dort zu Spalträumen erweitert, durchbrochen wird (Taf. II, Fig. 38, Fig. 39, Fig. 40, Fig. 41). Wir sehen in sehr verjüngtem Massstab dasjenige wiederholt, was im Querschnitt etwa einer Sehne sich zeigen würde: dicht aneinander gerückte Spältchen, hier erzeugt durch die sich abgrenzenden Bündel. Und wie im Bindegewebe die Lücken nicht bloss untereinander zusammenhängen, sondern auch mit den Ausläufern der grösseren Spalträume oder „Bindegewebskörperchen", so stehen sie auch im Knochen mit den Strahlen der „Knochenkörperchen" in Verbindung.

Das Gesagte gilt zunächst für den Bindegewebsknochen, aber auch in der für gewöhnlich „homogen" genannten Zwischensubstanz des endochondralen Knochens lässt sich ebenfalls ein System feinster Hohlgänge aufzeigen, die unter sich netzig verknüpft und dabei von weiterem Durchmesser als die vorhin erwähnten des bindegewebigen Knochens sind. Prüfen wir die Hohlgänge des endochondralen Knochens noch genauer, so erkennen wir sie als ein System von Lücken zwischen den Kugelabschnitten des aufgetretenen Kalkes. Man wird lebhaft an das erinnert, was ich seiner Zeit über die Kalkconcretionen im Hyalinknorpel, Rückensaite, in der Zahnsubstanz und in den Hautstacheln der Rochen angegeben habe [1]).

Bezüglich der Entstehung der Hohlgänge dürfen wir zufolge

1) Histologie, S. 94.

des Voranstehenden annehmen, dass die Menge der feinsten Netzspalten, sowohl im Bindegewebs- als auch im endochondralen Knochen, unter der Einwirkung von Vorgängen zu Stande kommt, welche von den Zellen unabhändig sind. Ein Theil der grösseren Lücken wird aber doch im Zusammenhang und unter Anschluss an die Zellen und die auswachsenden Fortsätze derselben aufgetreten sein.

Es wurde schon oben bemerkt, dass die einfache Beobachtung darauf hinführt, auch dieses Spalt- und Lückensystem der Grundsubstanz des Knochens für einen Theil des lymphatischen Systems des Körpers überhaupt anzusprechen. Durch A. BUDGE sind hierüber noch bestimmtere Nachweise gegeben worden, denen zufolge die Höhlen der Knochen die Lymphwurzeln des Knochens sind; durch die Ausläufer hängen sie mit perivasculären Räumen zusammen, die wiederum mit periostalen Lymphgefässen in Verbindung stehen [1]).

Manches typisch Eigenthümliche im Knochengewebe der verschiedenen Thiergruppen wird zu dem Bekannten hinzukommen, wenn die Untersuchungen auch nach dieser Richtung sich ausdehnen. In entkalkten Knochen des Schädels der Ringelnatter, *Tropidonotus natrix*, erscheint z. B. die Grundsubstanz an manchen Stellen bei starker Vergrösserung wie ein ganz feines Gitterwerk, und dieses Aussehen ist bewirkt durch Kleinheit und Menge der durchsetzenden Lücken. Man könnte von einem geflechtartigen Balkenwerk der Grundsubstanz reden. An anderen Stellen sind die Lücken weiter, aber ebenso hell und leer, wie entsprechende Spalträume im Bindegewebe. Dann stösst man aber auch auf Gegenden im Knochen, allwo die Lücken der Grundsubstanz von Fasern durchzogen werden, welche durch dunkles Aussehen und Widerstandskraft gegen Reagentien wie elastische Fasern sich ausnehmen. Das nähere Eingehen auf die Form und sonstigen Eigenschaften macht klar, dass man es mit umgewandelten zelligen Elementen zu thun habe, welche ursprünglich in den Räumen lagen: der Kern sowohl wie der umgebende Rest des Zellleibes und die Ausstrahlungen desselben sind zu den „elastischen Fasern“ geworden. Auf solche Weise wäre ein festeres elastisches Gerüst

1) A. BUDGE, Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XIII.

entstanden, welches die mikroskopischen Hohlräume, umgeben von lymphatischer Flüssigkeit, durchzieht.

Als eine Besonderheit der Hautknochen kann bei höheren und niederen Wirbelthieren eine gewisse körnig-schrundige Sculptur auftreten. Durch meine Wahrnehmungen am Schädel der Eidechsen ist gezeigt worden, dass diese Reliefbildung im Zusammenhang steht mit den Blutbahnen, welche in der oberen weich bleibenden, weil nicht verknöchernden Schicht der Haut hinziehen [1]).

§ 35.

Osteogenese. — Bezüglich der so äusserst verwickelten und schwer zu durchschauenden Vorgänge der Osteogenese habe ich einige Punkte an Skelettheilen der neugeborenen Katze, welches Material gerade auch Bidder [2]) seiner Zeit für seine umfänglichen Untersuchungen gebraucht hat, ins Auge gefasst.

Das streifige Wesen der Beinhaut und die in ihr enthaltenen Kerne werden wir an Schnitten und nach Maceration des Gewebes derart deuten dürfen, dass wir die Streifen auf Schichten zurückführen. Die anscheinend selbständigen Fasern erweisen sich beim genauen Zerlegen als die Kanten der Schichten, welche, wenn leicht umgeknickt, das Aussehen härterer Linien oder elastischer Fasern annehmen. Und dasjenige, was man bezüglich des Verhältnisses der länglichen Kerne zu den Schichten festzustellen vermag, macht wahrscheinlich, dass Partien der Grundsubstanz des Periostes und die Kerne als stark flächenhaft ausgewachsene „Häutchenzellen“ zusammengehören. Wenn eben bemerkt wurde, dass die Streifen, welche elastischen Fasern ähneln, gleich seien den umgebogenen Kanten solcher Schichten, so darf erwähnt werden, dass auch wirkliche elastische Faserzüge in der äusseren Schicht des Periostes den Eindruck machen, als ob sie erhärtete Partien des Zellplasmas der Bindesubstanz wären.

An der inneren Grenze der Beinhaut haben sich die zelligen Elemente dergestalt vermehrt und eine andere Natur angenommen, dass man von einer „Bildungsschicht“ oder „osteoblastischen Lage“ spricht. Die Zellen schliessen hier dicht aneinander, haben einen geringen plasmatischen Leib, welcher indessen doch einen Hohl-

1) Das Nähere in: Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, S. 48.

2) Bidder, Zur Histogenese der Knochen, Archiv f. Anat. u. Phys. 1843.

raum bildet, in dem der Nucleus liegt; in diesem erscheint wieder eine abgegrenzte Höhlung zur Aufnahme des Nucleolus. Das Kernkörperchen ist entweder nur in der Einzahl da oder was häufiger, in dem gestreckten Kerne heben sich mehre, bis zu drei Nucleoli ab, wovon jeder wieder in besonderer Höhlung der Kernsubstanz liegt. Die ganze Erscheinung ist für uns um desswillen bedeutsam, weil sie anzeigen mag, dass die Zellen in lebhafter Vermehrung begriffen sein werden. Im Uebrigen aber ist besagte Zellenlage des Periostes nicht als eigenartige Bildung anzusehen, sondern sie steht mit den Matrixzellen der Cuticularschichten und andern epithelartig auftretenden Zellen des Bindegewebes auf gleicher Linie, welches Verhältniss ich schon vor Längerem berührt habe[1]).

Zwischenhinein möchte ich auch auf die Chorda und ihre Scheide zurückverweisen als ein Beispiel, wie ursprünglich gleiche Zellen der Bindesubstanz in einer freilich für uns nicht weiter verfolgbaren Weise Verschiedenes liefern.

Betrachten wir nämlich die Substanz der Chorda und ihre Scheide bei der Larve von *Salamandra* genauer, so ergibt sich sofort die nahe Verwandtschaft der beiden Bildungen aus der Natur ihrer Kerne (Taf. II, Fig. 35). Die Kerne der Scheide haben wie jene der Substanz der Chorda eine sehr ausgesprochene eilängliche Gestalt. Die zwei Nucleoli stehen hier wie dort weit auseinander gerückt und befinden sich, jeder für sich, in einer besonderen Höhlung. Von dem dazu gehörigen Zellenleib geht die Abscheidung cuticularer Lagen aus, die sich im Innern der Chorda zu einem Netz- oder Maschenwerk gestalten, während sie nach aussen die Schichten der Chordascheide darstellen.

Ueber die Frage, ob der endochondrale Knochen untergehe, bin ich im Unklaren geblieben. Gegen das Verschwinden schien zu sprechen, dass die vom Periost her gebildeten Knochenlagen gegen den endochondralen Knochen vordrangen und dort, wo sie die Markhöhle erreichten, in diese in einer Form vorsprangen, dass man sie Warzen oder tropfsteinartigen Bildungen mit glatter Oberfläche vergleichen konnte. Indem ich aber andrerseits die zelligen Elemente des Knochenmarkes durchging, wollte es mir vorkommen, als ob der so grosse Wechsel im Aussehen dieser Zellen theilweise

1) Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. 1872. S. 22, Anmerkung 3.

mit der Aufsaugung des Knochengewebes in Zusammenhang zu bringen sei.

Auf die histologische Zusammensetzung des Knochenmarkes bei der neugeborenen Katze wurde gelegentlich die Aufmerksamkeit gerichtet, wobei sich ergab, dass im Bau grosse Aehnlichkeit mit der Pulpa der Milz vorhanden sei. Man unterschied nämlich:

1) Zellen, welche mit strahligen Bindesubstanzzellen übereinstimmen. Die vom Plasma ausgehenden verästigten feinen Ausläufer stellen ein zartes Gerüstwerk dar. In den Maschenräumen desselben liegen wie in der Pulpa der Milz:

2) Zellen, welche von lymphoiden Elementen nicht unterschieden werden können. Sie sind die zahlreichsten und bilden die Hauptmasse des Markes. Da sie den Charakter von kleinen Amöben haben, bietet der hüllenlose Zellenleib wechselnde Gestalten dar: rundliche, eckige, strahlige. Der für gewöhnlich rundliche Kern kann länglich sein, auch wohl eingekerbt, was auf beginnende Theilung zu beziehen ist.

3) Farbige Blutkörperchen, zwischen welchen und den eben gedachten lymphoiden Zellen ich ebenso wie andere Beobachter Uebergangsformen zu erblicken glaube. Ausserdem erscheinen in geringerer Zahl:

4) Zellen, welche zwei- bis dreimal grösser sind als die lymphoiden Zellen und dabei von sehr blasser und zarter Substanz, sich ferner auch von den Lymphkörperchen dadurch unterscheiden, dass ihr Kern einen einzigen grösseren Nucleolus hat, während die Kerne der lymphoiden Zellen eine ganze Anzahl kleinerer, welche durch Ausläufer verbunden sind, besitzen und sich so eigentlich als die Knotenpunkte eines Netzwerkes darstellen. Die Zellsubstanz ist von blassem, granulärem Wesen, die Körnchen netzig verbunden. In manchen dieser und alsdann besonders umfänglichen Zellen erscheinen für die weitere Prüfung die Körnchen der Zellsubstanz als die Durchschnitte feiner Fäden. Weiterhin trifft man:

5) eine Art Körnchenzellen von besonders eigenartigem Wesen. Sie begleiten namentlich die das Mark durchziehenden Blutgefässe, sind gross, kugelig, das Plasma wie dicht durchstochen, also von sehr fein schwammiger Beschaffenheit; von gleichem Gefüge ist der Kern. Manche dieser Zellen haben eine hautartige Randlage,

schichtstreifig und von einer Ungleichheit der Substanz, dass man durchsetzende Lücken oder Poren vermuthen möchte. Endlich

6) treten uns Bildungen entgegen, welche vielleicht mit der Zeit zu dem werden, was man die „Riesenzellen" des Knochenmarkes nennt. Es sind Protoplasmaballen verschiedener Grösse, ohne Membran; der Kern oft lappig eingeschnitten, was auf Theilungsvorgänge hinweist, ohne dass jedoch in dem von mir untersuchten Lebensalter des Thieres „Schaaren von Kernen" zugegen gewesen wären.

Ueber das Herkommen der zelligen Elemente des Knochenmarkes habe ich mir bisher ebensowenig wie Andere eine sichere Anschauung erwerben können. Doch möchte zu erwähnen sein, dass Manches für eine ältere Ansicht, wornach die zelligen Elemente des Markes Abkömmlinge der Knorpelzellen wären, zu sprechen scheint. Man gewahrt z. B. bei Durchmusterung eines Nestes von Knochenmark, dass hin und wieder das Mark an Gruppen von Knorpelzellen anstösst: es kommen Stellen unter die Augen, an welchen sich die Knorpelkapseln in die Markräume öffnen und die noch grossen Knorpelzellen unmittelbar mit den Markzellen zusammenstossen. Und so könnte man sich zur Annahme geneigt fühlen, dass die Markzellen durch Wucherung von den Knorpelzellen abstammen. Auch gewisse der oben gedachten Zellen des Markes, welche eine Art Hautlage oder Kapsel um sich haben, könnten an frei gewordene, sich umbildende Knorpelzellen erinnern. Selbst der Einwurf, welchen man sich macht, dass die amöboide Natur der meisten der Markzellen nicht zu der Ansicht, sie von Knorpelzellen abzuleiten, passt, würde hinfällig, wenn man an die nur durch Contractilität möglichen Veränderungen denkt, welche auch am Leib der Knorpelzellen sich abspielen.

§ 36.

Knochen- und Cuticulargewebe. — Zum Schlusse voranstehender Darlegungen über das Knochengewebe sei noch einmal des schon berührten verwandtschaftlichen Verhältnisses gedacht, welches zwischen gewissen cuticularen Skeletbildungen wirbelloser Thiere und dem Knochengewebe der Wirbelthiere besteht.

Die Cuticularschichten z. B. des Hautpanzers und innerer Skelettheile der Arthropoden erweisen sich, gleich dem Knochengewebe, als Abscheidungsproduct zelliger Lagen. Das feine Kanal-

system ist gleichzusetzen den Spalt- und Hohlgängen im Knochengewebe, wobei vor Allem die Verwandtschaft der Röhrchen des Zahnbeins mit den Porenkanälen der Cuticularlagen ins Auge springt. In die homogene Grundsubstanz erfolgt auch hier die Ablagerung des Kalkes.

Gewisse auffälligere Unterschiede zwischen den beiden genannten Gewebsarten werden durch Zwischenformen ausgeglichen. Man könnte es bemerkenswerth finden, dass in den cuticularen Lagen für gewöhnlich die abscheidenden Zellen unterhalb der homogenen Schichten bleiben, beim Knochengewebe hingegen in die letzteren vorrücken. Allein blickt man auf das Zahngewebe, so halten sich dessen Zellenkörper ebenfalls bleibend unterhalb der Zahnsubstanz, wodurch das erwähnte Gewebe, welches schon an sich der cuticularen Substanz nähersteht, den Anschluss an letztere noch mehr beurkundet. Andrerseits habe ich gewisse Cuticularbildungen beschrieben von bedeutendem Dickendurchmesser, in deren Lagen sich Zellen der Matrix ebenfalls erhoben haben, und umgekehrt kommt bei Fischen ein Knochengewebe vor, welches durch Mangel der Knochenkörperchen sich auszeichnet. Alles dieses spricht wie ich meine deutlich für die Auffassung, welche hier vertreten wird.

5. Epithelialgewebe.

§ 37.

Auch über die hautartig ausgebreiteten Lagen von Zellen, welche freie Körperflächen decken, tauchen fortwährend neue Gesichtspunkte auf, zu deren Richtigstellung ein Zurückgreifen und Prüfen des Bekannten unvermeidlich wird.

Zunächst sei einer Erscheinung gedacht, die ich bezüglich des Hautepithels der Fische angezeigt habe [1]) und wovon ich jetzt auch bei Batrachiern etwas Aehnliches wahrzunehmen glaube.

An der Oberhaut von *Cyprinus carassius* und *Perca fluviatilis* heben sich über die Fläche weg von den wasserklaren Zellen andere ab, welche sich durch feinkörnige Beschaffenheit auszeichnen, und die Zellen der letztern Art reihen sich dergestalt in Zügen zusammen, dass sie als Ganzes ein netzförmiges, gewissermassen die Oberfläche der Haut überspinnendes Streifensystem herstellen.

Einer solchen Sonderung in wasserreine Zellen und in andere mit körniger Trübung scheint das nachstehende an Larven von *Rana* Beobachtete zu entsprechen:

Wirkt nämlich auf den hellen Schwanzsaum des lebenden Thieres eine zweiprocentige Lösung von doppelchromsaurem Kali ein, so bleibt die Hauptmasse des Epithels blass und anscheinend wie unberührt von der gedachten Flüssigkeit. Ein anderer Theil der Zellen aber färbt sich rasch gelb unter Annahme härterer Linien. Die letztere Art von Zellen geht nun ebenfalls in netzförmiger Verbreitung mit weiten Maschenlücken über die Fläche hin, wobei in die Lücken auch inselartig, einzeln oder in Gruppen, ebensolche Zellen eingesprengt sind. Man möchte nach diesem verschiedenen Verhalten zu dem zugesetzten Reagens annehmen, dass Zellen von zweierlei Art da sind, wofür auch ferner spricht, dass die sich färbenden, gegenüber von den hell bleibenden, ein

---

1) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879.

gröberes Schwammwerk sowohl der Zellsubstanz als auch des Kerns haben. Immerhin liesse sich auch denken, dass es sich nicht um bleibende, sondern um vorübergehende Lebenszustände einer und derselben Zellenart handelt [1]).

In stärkerer Weise weichen die jetzt zu erörternden Elemente von den gewöhnlichen Epithelzellen ab.

§ 38.

Drüsenzellen. a) Becherzellen. — Genannte Bildungen treten im Epithel sowohl der äusseren Haut als auch der Schleimhäute auf. Wenn schon in der Gestalt verschieden, indem sie bald mehr rundlich bauchig, bald länglich flaschenförmig sind, stimmen sie doch immer darin überein, dass der Kern, dessen Inneres auch hier netziger Art ist, im verengten Fuss der Zelle liegt, wo auch noch der grösste Theil des Protoplasma sich findet, das ebenfalls ein maschiges Wesen zeigt. Den oberen Theil der Zelle nimmt der Secretraum ein, wieder durchzogen von einem Maschenwerk [2]).

Von gleicher Beschaffenheit sah ich noch jüngst die einzelligen Drüsen in der Oberhaut der Larve von *Salamandra maculosa* (Taf. I, Fig. 22). Im erwachsenen Erdmolch, dessen Integument auch in andern Stücken stark von dem der Larve abweicht, ist an den Drüsenzellen keine eigentliche Oeffnung mehr zu erkennen, sondern das obere Ende hat das Aussehen eines pfropfartigen Gebildes. Es kann auch der Halsabschnitt der Zelle über die Ebene der Haut als ein niedriger kugeliger Körper hervorragen, wie wenn das Secret zu einem dornähnlichen Cuticularkäppchen sich entwickelt hätte [3]).

---

1) Es dürfte übrigens daran erinnert werden, dass Andere und ich schon früher auf die Anwesenheit von besonderen Zellen in der Oberhaut, ganz abgesehen von den Becherzellen und Schleimzellen hingewiesen haben. Vergl. z. B. Allgemeine Bedeckungen der Amphibien, Archiv f. mikrosk. Anat. 1876.

2) Leydig, Anat.-histol. Untersuchungen über Fische und Reptilien, 1853 (Auffinden und Deuten der Gebilde). — Ders., Organe eines sechsten Sinnes 1868 (Erörterung über die Priorität). — Ders., Sinnesorgane der Schlangen, Archiv f. mikrosk. Anat. 1872. (Erste Beobachtung über das faserige Fachwerk im Secretraum, Verwandtschaft zu den Sinneszellen.)

3) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Urodelen, Morphol. Jahrb. II, S. 294, Taf. XX, Fig. 18. — Rabl glaubt jüngst aufmerksam machen zu müssen, dass „zwei Arten von Kloakendrüsen bei *Triton*, vielleicht auch bei

b) Schleimzellen. — Auch jenen grossblasigen geschlossenen Gebilden, welche aus der Oberhaut der Larve von *Salamandra* von mir zuerst angezeigt, dann später von LANGERHANS [1]) und insbesondere von PFITZNER [2]) einer näheren Prüfung unterzogen worden waren, habe ich von Neuem Beachtung geschenkt. Ich sehe jetzt deutlicher als früher [3]) eine Erhebung der Membran zu Leisten, durch welche Reliefbildung eine Art Gitter über die Zelle sich hinzieht. Ausser dem grossen tief eingeschnittenen Kern lassen sich auch noch kuglige Körper im Innern antreffen, welche Secrete zu sein scheinen und durch Reagentien zum Schwund gebracht werden können (Taf. II, Fig. 25).

Für gewöhnlich vermag ich auch bei gegenwärtigen Untersuchungen so wenig wie es früher der Fall war, einen Gang oder Oeffnung an den verhältnissmässig grossen Gebilden zu erblicken: sie zeigen sich geschlossen und nicht anders sprechen sich die genannten Beobachter über diesen Punkt aus. Ob aber während der ganzen Lebenszeit die Zelle in diesem Zustande verharrt, scheint doch fraglich. An feinen Schnitten durch die Haut nämlich bin ich einigemal auf Etwas gestossen, was sich beinahe wie ein kurzer, gerader nach aussen geöffneter, das Hautepithel durchdringender Gang ausnahm. Noch etwas Anderes könnte vermuthen lassen, dass die beiderlei Bildungen in engerer Verwandtschaft zu einander stehen mögen. Man sieht nämlich — und Schnitte können auch hierüber gute übersichtliche Bilder gewähren — dass in der Schleimhaut der Mundhöhle die „Becherzellen" zahlreich vorhanden sind, während die „Schleimzellen" durchaus fehlen. Die Schleimhaut der Mundhöhle aber und die allgemeine Hautdecke sind aus einer und derselben embryonalen Schicht hervorgegangen. Endlich mag noch in Betracht gezogen werden, dass auch die Becherzellen in der Tiefe der Epidermis geschlossen sein können und erst indem sie grösser werden und in die Höhe rücken, sich

andern Amphibien" vorkommen, eine Unterscheidung, welche von mir längst durchgeführt worden ist (Allgemeine Bedeckungen der Amphibien 1876, Sonderabdruck z. B. S. 104).

1) LANGERHANS, Haut der Larven von Salamandra maculosa, Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 9.

2) PFITZNER, Die Schleimzellen in der Epidermis der Larve von Salamandra maculosa. Inauguralabhandlung, 1879.

3) Allgemeine Bedeckungen d. Amphibien, Archiv f. mikrosk. Anat. 1876.

öffnen; wie denn überhaupt das Hervorgehen der einzelligen Drüsen aus gewöhnlichen Epithelzellen für mich eine erfahrungsgemässe Sache ist, nicht bloss bezüglich der Wirbelthiere [1]), sondern auch bei Mollusken [2]).

Etwas den eben gedachten „Schleimzellen" der *Salamandra* Nahestehendes kommt auch gewissen Hirudineen zu. Ausser den gewöhnlichen längst von mir angezeigten einzelligen Drüsen [3]) bemerke ich jetzt bei *Clepsine complanata* noch grosse Zellen, die sich namentlich bei Betrachtung der Haut von der Fläche lebhaft und zahlreich abheben, während sie in den Thalungen zwischen den Segmenten fehlen. Bei den meisten dieser Zellen sehe ich mich vergeblich nach einer Mündung um, nur manchmal glaube ich einen kurzen Ausführungsgang in Sicht zu bekommen. Der Kern ist verhältnissmässig nicht gross und von grobnetzigem Innern, die Zellsubstanz eine bröckliche Masse (Taf. II, Fig. 31). Verschieden von diesen grossen Zellenkörpern sind etwas kleinere Zellen, wovon je eine unter einem Cuticularhöcker steht, entweder von feinkörnigem Aussehen ist oder ein etwas quergehendes inneres Fadennetz aufzeigt. Eine Oeffnung, welche gegen den darüberstehenden Höcker führt, dünkt mir manchmal zugegen zu sein, doch bin ich ebenfalls im Zweifel geblieben, ob ein solcher Oeffnungskanal eine beständig vorhandene Bildung ist.

Die einzelligen Hautdrüsen der Insecten verdienten gleichfalls ein erneutes Studium. Dass sich auch diesen zierlichen Bildungen mit den jetzigen Hilfsmitteln näher kommen lässt, als es früher geschehen konnte, daran wurde ich gemahnt im Verlauf gegenwärtiger Unter-

---

1) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, S. 138.

2) Hautdecke und Schale der Gastropoden, Archiv f. Naturgesch. 1876, S. 4 (Sonderausgabe). — Meinen früheren Angaben über *Ancylus* vermag ich beizufügen, dass im Mantelrand bei *A. lacustris* ausser den beutelförmigen einzelligen Drüsen, die sehr verschieden gross sind und einen manchfaltigen Inhalt zeigen — homogen, bröckelig, in Scheiben und Cylinderform aufgereiht — noch eigenthümliche Körper vorkommen, die an dasjenige erinnern, was ich a. a. O. über *Zonites* berichtet habe. Es sind helle Gebilde von länglicher Gestalt, auch walzig ausgezogen; ihr Inneres ist von blassstreifigem Wesen, wie aus feinen Fäden gebildet. Das eine Ende solcher Körper kann sich in einen zarten Ausläufer fortsetzen.

3) Am Kopf mündet die weitaus grösste Mehrzahl der langgestielten Hautdrüsen bauchwärts aus.

suchung durch gelegentliches Betrachten der Theile an *Dyticus* und *Carabus*. Was ich mit den Linsensystemen vor 26 Jahren als einen von „Strichelchen durchsetzten Raum“ an der Wurzel des Ausführungsganges beschrieben habe[1]), erscheint jetzt deutlich als eine quergefächerte Kapsel. Nebenbei mag auch erwähnt werden, dass in den Gliedmassen der beiden genannten Käfergattungen die Hautdrüsen in Gruppen zusammengedrängt stehen, dreissig und vierzig beisammen, wobei sich ihre Gänge alle nach einem Punkte richten, ein Verhalten, welches an das Vorkommen entsprechender Drüsen in den Gliedmassen gewisser Krebse gemahnt.

§ 39.

Sinneszellen. a) Riechzellen. — Zum Studium des Riechepithels wurde vor Allem die Nasenhöhle der Larven des Landsalamanders gewählt. Durch die Grösse und Schönheit der zelligen Elemente dieses Thieres erhält man hier mittelst Schnitten nicht nur gute übersichtliche Bilder, sondern vermag auch dem Einzelnen, welches zu verfolgen das Ziel war, nachzugehen. (Vergl. Taf. III, Fig. 43.)

Durch Blaue ist die Wahrnehmung gemacht worden, dass die Riechzellen in der Nasenschleimhaut bei Fischen und Amphibien ebenso zu „Endknospen“ gruppirt sein können, wie es in der Mundhöhle mit den „Geschmacksknospen“ der Fall ist[2]). Ich konnte mich von der Richtigkeit dieser Angaben überzeugen und auch davon, dass es bereits bei Larven Stellen der Schleimhaut gebe, wo die „Knospen“ zu grösseren Platten zusammenfliessen, um so zum fertigen Thier hin ein gleichmässig beschaffenes Riechepithel entstehen zu lassen.

Was nun die Riechzellen selber anbelangt, so zeichnen sie sich vor den gewöhnlichen epithelialen Elementen nicht bloss durch bedeutende Länge aus, wodurch das Epithel, da wo solche Zellen stehen, verdickt wird, sondern sie weichen auch in Gestalt und innerer Sonderung von den anderen Zellen des Nasenepithels ab. Es macht sich an ihnen ein Unterschied geltend zwischen jenem Theil des Zellenkörpers, welcher unterhalb des Kerns liegt — die

1) Zur Anatomie der Insecten, Archiv f. Anat. u. Phys. 1859, Taf. II, Fig. 1.

2) J. Blaue, Ueber den Bau der Nasenschleimhaut bei Fischen und Amphibien, Zool. Anzeiger, 1882, S. 657.

Zellen in natürlicher Lage genommen — und demjenigen Abschnitt, welcher oberhalb des Kerns sich erhebt.

Der erstere Theil hat bei mässiger Vergrösserung das Aussehen eines körnigen Fadens, dessen Ende sich auffranzt. Bei starker Vergrösserung löst sich das „Körnige“ auf in ein Schwammgerüste des Protoplasma, welches zuletzt in dem aufgefranzten Ende sich in feinste Netzfäserchen auszieht.

Wesentlich davon verschieden erscheint der über dem Kern befindliche Abschnitt. Er bietet nicht nur eine gerade gestreckte, man möchte sagen, stabförmige Gestalt dar, sondern seine Substanz scheidet sich in deutliche Wand- und helle Achsenmaterie. Letztre als homogener Inhaltsstoff die Lichtung erfüllend, kann aus der Zelle hervortreten und dadurch am Kopfende der Zelle eigenartige Bildungen entstehen lassen. Die Substanz kann sich zu einer Art von Pfropf verdichten, wodurch, wenn der Vorgang gleichzeitig an mehrern Zellen geschieht, ein homogener nahezu glänzender Strich über die freien Enden der Zelle, einer Cuticula ähnlich, hinzieht. Ein andermal ist die Substanz wirklich herausgequollen, sei es als gestaltlose krümelige Materie oder indem sie die bestimmte Form von Stiftchen und Stäbchen angenommen hat.

Die sehr zahlreichen jungen Zellen in der Tiefe gewähren mehr das Bild von Kernen, welche in „körniges“ Protoplasma eingebettet waren. Erst härtende Flüssigkeiten können lehren, dass das Protoplasma in bestimmter Umhüllung und wechselndem Umriss den einzelnen Kernen zugehört.

Die gewöhnlichen Epithelzellen, welche zwischen solchen Gruppen von Riechzellen sich hinziehen, haben bei fertigem Zustande im Allgemeinen den Charakter des „Cylinderepithels“, wobei das den Nasenraum begrenzende Ende einen zarten Cuticularsaum aufzeigt.

Von Säugethieren habe ich die Nasenhöhle der neugeborenen Katze untersucht und meine zu sehen, dass auch hier der Weg der Entwicklung von der Gruppenbildung der Riechzellen zur Herstellung eines gleichmässigen Riechepithels führe. Ich treffe wenigstens in der oberen Muschel auf Gegenden, wo anstatt zusammenfliessenden Riechepithels die Zellen so in Haufen geordnet waren, dass das Bild auf dichtstehende Becherorgane hätte gedeutet werden können. Das hierzu benutzte Thier war wie die Salamanderlarven in Chrom-Essigsäure gelegt worden.

Das Verhältniss, in welchem die einzelnen Becherorgane zu dem gleichmässigen Sinnesepithel in der Schleimhaut stehen, ist offenbar dem im Seitencanalsystem der Fische vorkommenden zu vergleichen. Auch dort kann, wie ich längst fand, ein zusammenhängender, wie ich mich seiner Zeit ausdrückte, „linearer“ Nervenknopf entstehen[1]). Ferner gehört hieher auch dasjenige, was ich über die grosse Sinnesplatte in der Mundhöhle gewisser Cyprinoiden vor Kurzem mitzutheilen hatte. Die Platte lässt sich ebenfalls auf Vereinigung und Verschmelzung sonst vertheilter „Geschmacksscheiben“ deuten[2]).

Was vorhin über Form und Bau der Riechzellen des Urodelen ausgesagt wurde, kehrt genau wieder an den Säugethieren.

Im senkrechten Schnitt des Epithels, z. B. aus der Gegend der hinteren, will sagen, oberen Muschel zeigen die so sehr verlängerten Sinneszellen denselben Umriss und die gleiche Gliederung, wie vorhin beschrieben wurde. Der über dem Kern befindliche geradlinige Theil bietet ein helles Innere oder Lichtung dar, gefüllt mit homogener Substanz und diese im vorgeqollenen Zustande durch Härtung festgehalten erscheint bald als krümelige Masse, oder auch als geformtes Gebilde: entweder so dass sie ein gerade gestrecktes stab- oder stiftmässiges Anhängsel vorstellen kann, oder auch ein geschlängeltes Härchen (Taf. III, Fig. 44).

§ 40.

b) Geschmackszellen. — Die Bildungen, welchen man später den Namen „Geschmacksplatten“ beigelegt hat, sind von mir zuerst angezeigt worden[3]). Es sind mehr als dreissig Jahre her, dass ich an der Zunge des Frosches auf dem freien Ende der keulenförmigen Papillen, in einer seichten Vertiefung, Cylinderzellen unterschied, welche eine ganz andere Natur als die übrigen

1) Histologie, S. 202, Fig. 107.

2) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, 1883, S. 22 ff.

3) Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien, 1853. Wer sich von dem vorhergegangenen Stand der Sache überzeugen will, besieht sich vielleicht die in grossem Massstab gehaltene Zeichnung, welche Waller (Minute structure of the Papillae and Nerves of the Tongue of the Trogand Toad, Phil. Transact. 1849) einige Jahre vor mir veröffentlicht hat.

Epithelzellen der Papillen besitzen. Es liege nahe diese Zellen mit der Geschmacksempfindung in Beziehung zu bringen, um so mehr als gerade nur die Papillen, welche solche Zellgruppen tragen, auch mit Nerven ausgestattet seien und letztere an den Grund der Zellplatte herangingen.

Später, bei Gelegenheit einer übersichtlichen Zusammenstellung jener eigenthümlichen Sinnesorgane, wie sie in der äusseren Haut, sowie in der Schleimhaut der Mund- und Rachenhöhle der Wirbelthiere vorkommen, gab ich auch den Epithelzellen ihre, wenn man will, systematische Stellung, indem ich sie als Untergruppe oder engere Abtheilung der erwähnten Sinnesorgane aufführte [1]). Nebenbei schloss ich auch einige Nachrichten an bezüglich ihrer Verbreitung: die epithelialen Geschmacksplatten kämen nicht bloss bei verschiedenen Gattungen der anuren Batrachier vor, sondern auch bei Urodelen.

Ueber die Beschaffenheit der Zellen, welche die Sinnesplatte zusammensetzen, wusste ich in der ersten Mittheilung bloss anzugeben, dass, während die übrigen Epithelzellen der Zunge in Flimmercilien ausgingen, die den vertieften Gipfel der schwammförmigen Papillen überdeckenden Zellen keine Wimperhaare besässen, und zweitens, dass dieselben im frischen Zustande nicht hell, sondern feinkörnig wären, auch einen Stich ins Gelbliche an sich hätten.

Durch die jetzt wieder aufgenommene Untersuchung der Epithelplatten habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass der Bau der Zellen Verwandschaftliches hat mit den Riechzellen, sich aber andererseits auch durch Besonderheiten auszeichnet (Taf. III, Fig. 46, Fig. 47, Fig. 48, Fig. 49).

Die Einzelzelle besteht — ich beziehe mich zunächst auf die Organe bei *Rana fusca* — aus einem vorderen hellen und einem hinteren dunklen Abschnitt. Der vordere zeigt in weiterer Prüfung eine Eigenthümlichkeit der Begrenzung, welche bei erster Besichtigung leicht zu einem Irrthum verleiten kann. Man glaubt nämlich, indem wir das Organ im Ganzen vor uns haben, in der hellen, den freien Rand bildenden Zone, stäbchenartige Gebilde von glänzendem Wesen zu erblicken; in näherer Anordnung so,

---

1) Ueber die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien. Archiv f. mikrosk. Anat. 1876, Sonderausgabe S. 54.

als ob je zwei dunklere glänzende Streifen eine helle Mitte umfassen. Bald aber kann klar werden, dass die häutige Begrenzung dieses vorderen Zellenabschnittes es ist, welche die anscheinend selbständigen Stäbchen vorgespiegelt hat. Es springen nämlich die Kanten der mehreckigen Zellen als Leisten vor und letztere sind es eben, welche die glänzenden Streifen erzeugen. Die Richtigkeit der Auffassung, dass die anscheinend selbständigen Striche nur die Grenzsäume der Zellenköpfe sind, lässt sich bei anhaltender Beschäftigung mit dem Gegenstande bereits am frischen unverletzten Organ erkennen.

Ferner vermag man festzustellen, dass der vordere Abschnitt der Zelle das lichte Aussehen erhält durch die Anwesenheit einer homogenen Substanz, welche den oberen Theil der Zelle erfüllt, auch wohl wie ein niedriger gallertartiger Pfropf die offene Mündung der Zelle einnimmt.

Nachdem man sich mit diesen Einzelheiten vertraut gemacht hat, wird auch das Aussehen verständlicher, welches die Geschmacksscheibe im Ganzen und aus dem frischen Thier genommen, darbietet. Das vorsichtig behandelte Organ erscheint nämlich von oben betrachtet keineswegs als zellige Partie, sondern gewährt den Anblick einer homogenen, rundlichen Masse inmitten der gewöhnlichen epithelialen Umgebung der fadenförmigen Papillen. Dies Aussehen kommt eben zu Stande durch die gleichsam zusammengeschlossenen Gallertpfröpfe, welche die vorne offenen Zellen ausfüllen. Beim absterbenden Organ oder unter der Einwirkung von zugesetzten Flüssigkeiten können durch Veränderung des Inhaltes die Grenzlinien der Zellmündungen hervortreten.

Es mag bemerkt sein, dass, um die bezeichneten Bilder in besonders reiner Form zu erhalten, sich sehr junge, etwa einjährige Fröschchen besonders gut eignen.

Hinter oder unter der hellen Grenzzone der Sinnesplatte befindet sich eine dunkelkörnige Schicht, welche herrührt sowohl von dem erwähnten gekörnelten hinteren Abschnitt der Grenzzellen, als auch von jüngeren Zellen, deren dichtmaschiges Protoplasma das Ansehen einer gleichmässigen Körnchenmasse gibt, mit zahlreich eingebetteten Kernen.

In manchem Betracht noch günstiger als *Rana* erwies sich für die Untersuchung ein erwachsenes Thier von *Pelobates fuscus*, das mit Chrom-Essigsäure behandelt worden war.

Die epitheliale Sinnesplatte zeigt auch hier im Ganzen eine helle obere und eine dunkle untere Zone und gerade durch die letztere hebt sich das Gebilde für die Lupe als rundlicher weissgrauer Fleck ab. Will man — und dies gilt auch von dem gleichen Organ des Frosches — über das Dickenverhältniss der beiden Zonen zu einander ein richtiges Urtheil gewinnen, so ist zu trachten, die Geschmacksplatte im senkrechten Schnitt in's Auge zu bekommen; geschieht dies nicht, so erscheint bei schräger Ansicht die dunkle Partie fast um das Doppelte dicker als die helle Zone, während in Wirklichkeit beide Züge so ziemlich den gleichen Höhendurchmesser besitzen.

Und nehmen wir noch einmal auf die Epithelzelle Rücksicht, so gliedert sich dieselbe wieder in einen vorderen hellen Theil, ausgezeichnet, bei eckiger Form, durch vorspringende Kanten oder Leisten der Zellmembran. Auch sind die letzteren abermals so scharf und glänzend, dass sie den Anschein von besonderen, zwischen den Zellen verlaufenden, stabartigen Bildungen erwecken können. Ausserdem trat hier noch an einzelnen der Zellen eine feine Längsstreifung auf, die wohl auf zarte Falten — vielleicht richtiger feine Leistenbildung der Membran — auszulegen sein möchte. Die Lichtung des über dem Kern befindlichen Raumes erscheint eingenommen von heller krümeliger Substanz, welche auch deutlich da und dort aus der Zelle hervorgequollen sein kann.

Von anderer Natur ist der hinter dem Kern folgende, in die Tiefe gehende Abschnitt der Zelle: er stellt ein plasmatisches Schwammnetz dar, von dessen gröberem Netzwerk sich feine Ausläufer auch in den hellen oberen Theil der Zelle erstrecken.

Zwischen den fadigen Enden jener Sinneszellen, welche man die fertigen nennen könnte, verbreitet sich — für die Besichtigung mit geringerer Vergrösserung — ein körniges Plasma mit Kernen, welche in drei- bis vierfacher unregelmässiger Reihe stehen. Das den einzelnen Kern umfassende Plasma ist von geringer Dicke, verlängert sich aber gern, namentlich nach vorn, in einen Fortsatz, der gegen das vorhin erwähnte Ende der fertigen Sinneszellen sich richtet. Anwendung starker Vergrösserung lässt finden, dass man wieder ein Schwammwerk vor sich habe, welches die dunkle Partie der ganzen Sinnesplatte bedingt, sowie dass dessen Bälkchen unter sich und mit den Enden der Sinneszellen zusammenhängen [1]).

1) Nebenbei mag erwähnt sein, dass die bindegewebige Grundlage der

§ 41.

c) Zellen der Seitenorgane. — Auch über die Elemente der Seitenorgane habe ich die Studien fortgesetzt und möchte zunächst eine Lücke ausfüllen, welche ich zuletzt bezüglich der gedachten Gebilde des Stichlings, *Gasterosteus aculeatus*, gelassen hatte [1]).

Bei betreffendem Fische sind freie Seitenorgane zugegen. Indem ich unterdessen an ganz jungen Thieren die in der Laterallinie gelegenen Bildungen in's Auge fasse, überzeuge ich mich von der Uebereinstimmung im Bau mit jenen des Hechtes: von oben angesehen zeigt die aus zusammenneigenden Zellen bestehende „Knospe“ in der Mitte des Gipfels Gruppen von glänzenden Pünktchen, welche die Durchschnitte von Spitzen oder Härchen sind. Von einem etwa aufgesetzten „Rohr“ ist auch bei dieser Gattung nicht die leiseste Spur zugegen.

Wegen des eben erwähnten „Rohres“, welches den Angaben Anderer zufolge hell und weit vorstehend, die Borsten umschliesst, habe ich die zu gegenwärtiger Arbeit dienenden heimischen Urodelenlarven (*Triton* und *Salamandra*) immer wieder besehen, aber das Ergebniss ist ausgefallen wie früher: ich habe nichts davon zu Gesicht bekommen, weder an Flächenbildern, noch an senkrechten Schnitten. Zur Bezeichnung meines Standpunktes in der fraglichen Angelegenheit erlaube ich mir zu wiederholen [2]), in welcher Weise ich mir zuletzt den Widerspruch, in welchem ich mich zu Andern befinde, zu erklären suchte:

„Ich möchte mir vorstellen, dass das vermisste „Gallertrohr“, insofern es den Angaben zufolge, keine zellige Zusammensetzung hat, sondern aus einer hellen homogenen Substanz besteht, ein

---

fadenförmigen Papillen, nachdem sie vom Epithel entblösst ist, eine ähnliche Längsleistenbildung auf ihrer Oberfläche zeigt, wie ich sie an andern Papillen der Batrachier beschrieben habe.

1) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879, S. 162.

2) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Urodelen, Morphol. Jahrb. II, S. 297. — So eben hat sich auch Carrière (Die postembryonale Entwicklung der Epidermis des Siredon pisciformis, Archiv f. mikrosk. Anat. 1884) über den fraglichen Gegenstand ausgesprochen. Nachdem der Genannte, wie er erklärt, in den letzten Jahren immer vergeblich sich bemüht hatte die Röhre zu sehen, ist sie ihm jetzt zu Gesicht gekommen. Was dieser Beobachter darüber mittheilt, bewegt sich deutlich auf der Bahn jener Anschauungen, auf welche ich oben hingewiesen.

Gebilde ist, welches von den Zellen des Organs abgeschieden wurde und somit morphologisch die Bedeutung einer Cuticularbildung haben kann. Nach Allem ist anzunehmen, dass es unter Umständen wohl entwickelt auftritt, unter andern Bedingungen aber oder in andern Lebensabschnitten auch völlig zurückgeht. Von dieser Ansicht geleitet meine ich, dass der Kranz von Spitzen, welchen die Deckzellen besagter Organe da und dort aufzeigen, als Reste, oder wenn man will Anfänge der Gallertröhren zu deuten wären. Ich habe z. B. von den Bechern in der Mundhöhle der Eidechsen [1]) einen solchen streifigen Saum, bedingt durch feine Spitzen der Zellen, erwähnt und abgebildet."

Sollte nicht das ebenfalls cuticulare „homogene Deckelchen", mit welchem ich [2]) die Hautsinnesorgane der Geckotiden geschlossen fand, eine entsprechende Bildung sein?

Die bildlichen Darstellungen der Organe von Urodelenlarven, welche ich zuletzt gab, muss ich auch jetzt noch für richtig erklären: ich habe davon so wenig etwas zurückzunehmen als von dem, was ich über die Innenzellen und deren Stifte berichtet habe. Zugleich aber bin ich mit Hilfe der besseren Linsen im Stande bezüglich der konischen, glänzenden Vorsprünge, wie sie den Innenzellen aufsitzen, ein Formmerkmal anzuzeigen. Diese Kegel oder Spitzen, welche, was ich schon früher gezeichnet und erwähnt habe, bald ohne sonderliche Ordnung stehen, namentlich an den kleineren Organen, bald aber zu zwei Längsreihen, gleichsam kammartig, sich gruppiren, scheinen keineswegs von ganz glatter Oberflächenbildung zu sein. Betrachte ich nämlich bei hoher Vergrösserung die Einzelkegel an solchen Thieren, auf welche Pikrinsäure in sehr schwacher Lösung eingewirkt hat, so heben sich einige dunklere Striche an ihnen ab, welche so ziehen, dass man die Linien auf vorspringende Kanten zu deuten sich wohl befugt halten darf. (Vergl. Taf. III, Fig. 50, Fig. 51, Fig. 52.)

Erwähnenswerth ist ferner, dass die homogene Substanz, welche eben die vorspringenden Kegel erzeugt, schon bevor sie hervorgetreten ist, also noch innerhalb der Zelle, einen hellen Saum vor-

---

1) Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, 1872, S. 101, Taf. XII, Fig. 15.

2) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Urodelen, Morphol. Jahrb. II, S. 307.

spiegeln kann, man möchte sagen eine Art „Cuticula", an deren Zustandekommen sich die Zellenköpfe selber betheiligen.

Dass die das Innere des Kerns durchziehenden und fadig verbundenen Klümpchen eine ebensolche Querstreifung an sich haben (Fig. 50 auf Taf. III), wie es zuletzt an gewissen Kernen der Insecten bekannt wurde, ist bereits oben erwähnt worden.

Die gestreckten Mantelzellen unserer Organe nähern sich in ihrem Wesen sehr den Becherzellen. Der über dem Kern liegende Abschnitt erscheint oben geöffnet und die helle Materie, welche das weitmaschige Fachwerk des Secretionsraumes erfüllt, kann vorne wolkig austreten. Man hat es wohl hierbei mit derselben Substanz zu thun, welche unter andern Umständen die „Stifte" erzeugt[1]).

Auf der Zunge unserer Larve sind anstatt der Geschmacksplatten nur epitheliale Organe vorhanden, welche mit den gewöhnlichen Sinnesbechern übereinstimmen. Sie bestehen aus Gruppen von Zellen, welche eine nach hinten erweiterte, nach vorne walzig verengte Gestalt haben und am freien Ende feine Spitzchen vorstehen lassen. Die Organe scheinen keineswegs zahlreich zu sein und ruhen auch nicht auf Papillen.

§ 42.

Den voranstehenden Mittheilungen über die Seitenorgane der Fische und Amphibien reihe ich jetzt noch Einiges an über die entsprechenden Bildungen zweier einheimischer Egelgattungen:

Man überzeugt sich bei *Nephelis vulgaris* unschwer, dass die „Becher" oder „Knospen", welche ich[2]) vor mehr als zwanzig

---

1) In den Elementen der Seitenorgane der genannten Larve begegnen mir gewisse Inhaltskörper, welche kaum zur Structur gehören, sondern parasitischer, wahrscheinlich pflanzlicher Natur sein mögen. Es sind Gebilde von rundlicher oder länglicher Gestalt und gelblicher Farbe, welche wie durch eine farblose Zone halbirt erscheinen (Fig. 50 auf Taf. III).

2) Die Augen und neue Sinnesorgane der Egel. Archiv f. Anat. und Phys. 1861. In dieser ersten Anzeige findet sich auch bereits erwähnt, dass ausser am Kopf, allwo die Gebilde in Menge ständen, „auch die Körperringe jenseits der Segmente, welche die Augen tragen, noch einzelne dieser Organe aufweisen". Es kann daher doch nur ein Uebersehen sein, wenn Andern, die lange nach mir von diesen Bildungen reden, die Entdeckung der „Seitenorgane" bei Anneliden zugeschrieben wird. Wenn ferner in der jüngsten

Jahren zuerst beschrieben und in diesem Frühjahr nach langer Pause von Neuem vorgenommen habe, aus Gruppen von Zellen bestehen, deren hinterer Abschnitt bauchig gewölbt ist, während der vordere cylindrisch schmal sich auszieht. Ein solch verjüngter Theil der Zelle begrenzt sich jederseits durch einen dunkleren Streifen, indessen die Achse von heller homogener Beschaffenheit ist.

Bei Untersuchung des lebenden Thieres und indem man auf die Oberfläche blickt, erscheint das Becherorgan als ein wohl umschriebener Fleck innerhalb der Epithelzellen des Integumentes. Ausserdem tauchen noch in der mattkörnigen Substanz in verschiedener Zahl scharfe Ringelchen auf, welche sich bei näherer Prüfung und in der Profilansicht als vorstehende kurze Kegel ausweisen. Zugleich mit solchen, wenn man will kurzborstigen, derberen Hervorragungen sind noch in grösserer Zahl sehr feine Härchen zugegen, von hellem, blassem Aussehen. Sonach gehört auch hier eine Haar- und Stiftbildung doppelter Art den Zellen eines und desselben Organes an; wozu noch bemerkt sein mag, dass die derberen, kurzen Kegel etwas tiefer stehen, als die feinen Härchen. (Vergl. Fig. 29, Fig. 30 auf Taf. II.)

Auf den gleichen Gegenstand habe ich aus der Gattung *Clepsine* mehre Arten: *C. complanata*, *C. marginata* und *C. bioculata* untersucht und dabei erfahren, dass sich die zwei erstgenannten Species günstiger für den Beobachter anlassen. Als ich seiner Zeit das Auffinden der eigenthümlichen Sinnesorgane beim medicinischen Blutegel und dem Rossegel angezeigt hatte und ebenso bei der Gattung *Nephelis*, musste ich bezüglich der Gattung *Clepsine* — ich hatte, wie damals angegeben, die Species *C. bioculata* vor mir — berichten, dass ich hier noch nicht ganz sicher sei über das Vorkommen dieser Bildungen, doch meinte ich sie an der Innenfläche der Oberlippe wahrzunehmen.

Jetzt vermag ich auch hierüber Weiteres zu melden und ob-

Zeit geäussert wurde, es liessen sich die eigenartigen Sinnesorgane am Kopf der Hirudineen an die Becherorgane nicht anreihen, so glaube ich diese Meinung auf sich beruhen lassen zu können. Alles was ich früher über die Organe vorgelegt und was ich gegenwärtig mitzutheilen habe, weist bestimmt auf das Gegentheil hin. Vor Kurzem hat WHITMAN die Organe mit Rücksicht auf ihre Verbreitung über den ganzen Körper genau verfolgt und gute übersichtliche Zeichnungen gegeben. (The external morphology of the Leech. Proceedings of the American Academy of arts and sciences, Vol. XX)

schon ich keine völlige Aufklärung des Baues erlangen konnte, habe ich doch soviel ermittelt, dass in wesentlichen Punkten Uebereinstimmung mit dem herrscht, was vorhin mit Rücksicht auf die Gattung *Nephelis* ausgesagt wurde. (Vergl. Fig. 31, Fig. 32 auf Taf. II.)

Die Organe, um vieles kleiner als bei eben genanntem Egel und von birnförmiger Gestalt, lassen einen hinteren rundlichen, wie mattgrauen Körper und einen vorderen hellen streifigen Abschnitt unterscheiden. Der hintere Theil wird gebildet durch eine Gruppe von Zellleibern, deren walzig verschmächtigte Ausläufer den vordern, gleichsam stielförmigen Theil des ganzen Organs erzeugen. Fast Drüsengängen ähnlich zeigen sie sich entweder in der Form eines gerade gestreckten Bündels, oder was häufiger eintritt, wie ein Häufchen geknäuelter, etwas glänzender Fäden, ein Unterschied, welcher wohl zurückzuführen ist auf den jeweiligen Contractionszustand, in dem sich das umschliessende Integument befindet.

Aus dem Ende der Zellengänge steht ein Büschel feinster Borsten hervor, die ihre Natur als hervorgetretenes Hyaloplasma der Zelle auch dadurch an den Tag legen, dass sie sich rasch verändern, von der Spitze her einschmelzen, auch wohl zusammenbröckeln. Bei *C. bioculata* sind die Borsten so kurz und zart, dass man Noth hat, etwas davon auch am ganz frischen Thier zu sehen.

Ein blasser, an das Organ herantretender Nerv ist bei günstiger Lagerung mit Sicherheit zu unterscheiden.

Noch darf bemerkt werden, dass am lebenden Thier um das besagte Gebilde herum eine abgegrenzte Lichtung geht, gefüllt mit heller Flüssigkeit. Das Nachforschen über die Bedeutung des Raumes führt zu der Ansicht, dass man es mit einer Aussackung des seitlichen Blutgefässes zu thun habe, die umspülende helle Flüssigkeit somit Blut sein müsse.

Endlich sei noch erwähnt, dass ich im Nahrungskanal des Rossegels Bildungen kennen gelernt habe, die nach ihrem Verhalten vielleicht in die Nähe der abgehandelten Organe des Integumentes zu bringen sind.

Im Epithel des Magens vom *Aulocostomum* stosse ich nämlich auf Körper (Fig. 33 auf Taf. II), die dem ersten Blick nach für Drüsen genommen werden könnten, ohne aber schwerlich solche zu sein. Die-

selben stellen sich als zellige Ballen dar, welche in ziemlichen Abständen von einander auftreten. Die zusammensetzenden Zellen sind klein, hüllenlos, grobkörnig und von etwas gelblichem Aussehen. Von einer die Zellengruppen gegen das übrige Epithel abschliessenden Membran ist nichts zu sehen. Nach abwärts erstreckt sich ein fadiger Ausläufer oder Stiel, der sich in die bindegewebige Abgrenzung des Magens verliert und durchaus den Eindruck eines nervösen Stranges macht. Und noch mehr, er hat Eigenschaften, welche auf den gangliösen Nervus sympathicus hinweisen: es sind an dem Faden mehre kleine wie gangliöse Anschwellungen unterscheidbar. Von den angegebenen Formverhältnissen überzeugt man sich am besten an abgehobenen Epithelstücken, welche so gelagert sind, dass deren untere Fläche sich dem Auge des Beschauers zukehrt.

Es bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten zu bestimmen, nach welcher Richtung hin der Anschluss dieser Theile mit Sicherheit zu geschehen hat.

§ 43.

Sinneszellen verglichen mit Drüsenzellen. — Vor längerer Zeit schon habe ich die Ansicht geäussert, dass den Sinneszellen und den Drüsenzellen ein gewisser verwandtschaftlicher Zug innewohnt. Die Thatsachen, welche auf Grund neuer Untersuchungen in Vorstehendem über die beiden Arten von Zellen mitgetheilt wurden, möchten wohl geeignet sein, die ausgesprochene Auffassung noch mehr zu bekräftigen.

Es hat sich herausgestellt, dass alle die morphologischen Eigenschaften, welche ich in meiner letzten Veröffentlichung über die Elemente der Becherorgane der Fische und Amphibien durch Wort und Bild dargelegt habe, in den Sinneszellen des Geruches und Geschmackes wiederkehren, entweder in nahezu ganz übereinstimmender Weise oder in einer sich wenig davon entfernenden Abänderung.

Im ausgebildeten oder fertigen Zustande scheidet sich nämlich der Zellenleib in einen oberen, mehr rohrartig gestreckten oder kelchartig erweiterten Theil und in einen hinteren Abschnitt vom Aussehen körniger Zellsubstanz. Zwischen beiden liegt der Kern, durch den das körnige Protoplasma gemeinhin ringsum etwas vorgetrieben wird. Den Zellen der Becherorgane der Fische und den

Riechzellen der Amphibien, sowie der Säugethiere kommt das schmale stab- oder rohrförmige vordere Ende zu. Die Zellen der Geschmacksscheiben der Amphibien hingegen zeigen die Erweiterung des vorderen Abschnittes. Die seiner Zeit von M. Schultze über die Riechzellen gegebenen Abbildungen, welche so vielfach bis zur Stunde sich in den Schriften wiederholt finden, weisen noch nichts von dem hier erörterten Bau auf; wohl aber hat Engelmann in den Geschmacksscheiben die Gestalt der Zellen richtig erkannt, indem er sie vorne verbreitert und geöffnet sein lässt und daher mit dem Namen „Kelchzellen" belegt.

Suchen wir uns Rechenschaft vom feineren Gefüge der Sinneszellen, insoweit dies im Augenblicke möglich ist, zu geben, so treffen wir wieder ein deutliches Schwammwerk im hinteren Abschnitt, welches alsdann im vorderen Theil sich zur Herstellung der den Secretraum umschliessenden Wand verdichtet, aber immerhin in die Lichtung desselben hinein Anfänge eines sehr zarten Balkennetzes entstehen lässt. Die in den Räumen des protoplasmatischen Schwammwerkes enthaltene homogene Zwischensubstanz erfüllt, indem sie zunimmt und wahrscheinlich noch andere innere Veränderungen durchmacht, den hier röhrigen, dort bauchigen vorderen Abschnitt des Zellkörpers.

Die homogene Zwischensubstanz ist es nun ferner, welche am Kopfe oder freien Ende der Zelle zu gewissen charakteristischen Bildungen Anlass gibt. Bald füllt sie wie ein weicher Gallertpfropf die Mündungen der Zellen, so in den Geschmacksplatten; ein andermal verdichtet und härtlicher geworden, ruft sie am Ende der Zellen, aber noch innerhalb derselben, das Bild eines etwas glänzenden homogenen Grenzsaumes hervor. Weiterhin gestaltet sie sich jenseits der Mündung zu fadigen oder borstigen Hervorragungen, die bald mehr das Aussehen von Stäben oder Stiften an sich tragen, bald auch auf der Stufe von blossen Knöpfchen und Spitzen geblieben sein können.

Und auch diese Erzeugnisse der Zwischensubstanz erscheinen in manchfachen Graden der Weichheit oder Härte: hier von blasser, zarter Art und bei Zusatz von Flüssigkeiten leicht einschmelzend, dann wieder von festerem Wesen, ja endlich bei Thieren, welche ständig in der Luft leben, werden sie zu entschiedeneren Cuticularbildungen, z. B. an den Hautsinnesorganen gewisser Reptilien.

Endlich sei doch auch an diesem Orte ausdrücklich bemerkt,

dass ich mich abermals wie schon früher von der gänzlichen Verschiedenheit der Härchen, welche von der homogenen Zwischensubstanz abstammen und jenen, welche wirkliche Flimmerhaare sind, überzeugt habe. Und ich möchte in dieser Beziehung besonders der Geruchsschleimhaut der Katze hier noch gedenken. Die Flimmerhaare des Epithels, auf viel breiteren und niedrigeren Zellen stehend, lassen sich an Härtungspräparaten bei hoher Vergrösserung und gesteigerter Aufmerksamkeit als frei über den Zellenkörper heraustretende Fortsetzungen des protoplasmatischen Schwammwerkes — des Spongioplasma — bestimmen. Die „Härchen" aber am vorderen Ende der Riechzellen erweisen sich als vorgequollene Theile der Zwischensubstanz — des Hyaloplasma —; sie könnten daher in gewissem Sinne auch Secrete des Zellenleibes genannt werden.

Wegen dieser inneren und wesentlichen Verschiedenheit ist auch das Verhalten der beiderlei fadigen Bildungen gegen Reagentien ein sehr abweichendes. In Chrom-Essigsäure z. B., welcher Mischung ich mich häufig bediente, bewahren die Flimmercilien deutlich das Aussehen scharf gerandeter Härchen und bleiben in dieser Gestalt, während die „Sinneshärchen" als Ausläufer der homogenen Zwischensubstanz manchfaltige Formen annehmen können.

Erwägt man dann alle die Einzelheiten, welche bisher über Bau und Gliederung der Becherorgane des Integumentes, sowie der Schleimhaut der Nase und des Mundes bekannt geworden sind und bringt damit in Verbindung, was zuletzt [1]) über das „Epithel" der Nervenknöpfe der Seitenorgane ermittelt wurde, so darf der allgemeine Satz ausgesprochen werden, dass auch hier manchfaltige Cuticularbildungen nach der freien Fläche der Zellen hin zu Stande kommen und dass ihr Ausgangspunkt in der Zwischensubstanz, welche das plasmatische Schwammwerk erfüllt, zu suchen ist.

Die cuticularen Abscheidungen bieten nicht minder auch hier typische Verschiedenheiten nach den Thiergruppen dar und dann wieder auch nach der Form des Sinnesorgans und selbst innerhalb von diesem nach den einzelnen Gegenden: sie sind z. B. im Mittelfelde eines Becherorgans oder auch eines „Nervenknopfes" anders gestaltet als an den Mantelzellen und der Randzone. Und dass

---

1) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879, S. 163 ff., Taf. X, Figg. 40 bis 44.

solche Unterschiede zunächst wieder ihren Grund in gewissen Form- und Structurverhältnissen der das Organ zusammensetzenden Zellen haben mögen, wird uns dort nahe gelegt, wo Innen- und Mantelzellen, oder Zellen des Mittel- und Randfeldes, von einander sich abheben.

Die Elemente des Sinnesepithels erweisen sich als Abänderungen von gewöhnlichen Epithelzellen. Und in ähnlicher Weise sind auch die Schleim- und Becherzellen in ihren manchfaltigen Formen als Umbildungen der Epithelzellen anzusehen. Die Verwandtschaft der Drüsenzellen zu den Sinneszellen kündigt sich schon durch die Sonderung ihres Körpers an: auch bei ersteren hebt sich von einem Fusstheil eine obere ausgehöhlte Partie, gefüllt mit hellem homogenen Stoff, ab, und in diesen Secretraum erstreckt sich von der Wand her ein Netzgeflecht, wie ich solches längst von den Becherzellen der Reptilien [1]), auch jüngst wieder von jenen der Fische [2]) angezeigt habe.

Vielleicht lässt sich aber noch weiter die morphologische Verwandtschaft zwischen Drüsenzellen und Sinneszellen verfolgen. Man könnte nämlich in gewissen eigenartigen Umformungen des Inhaltes der „Schleimzellen“ schon etwas von dem erblicken, was in den Drüsenzellen als cuticulare Abscheidung auftritt. Ich denke z. B. an dasjenige, was ich zuletzt über die Natur der „Kolben“ aus der Haut von *Lota vulgaris* darzulegen vermochte [3]). Dort an diesen verhältnissmässig riesigen Elementen scheidet sich von der homogenen Innensubstanz nach oben hin eine Partie ab, welche wie eine Schale oder Kappe dem Gipfel des Innenkörpers aufsitzt. Sollte nicht dieser härtliche Theil, indem er das Licht noch stärker bricht als die übrige Innensubstanz, angereiht werden können an die cuticularen Höcker, Stifte und Borsten der Sinneszellen?

Und hierbei darf auch daran erinnert werden, dass das Secret anderer Zellen ebenfalls ganz bestimmte körperliche Formen annehmen kann. Man denke z. B. an den „Duft“ der Schale mancher unserer Landschnecken: bei *Helix strigella*, *H. fruticum* u. a. ist diese Substanz leicht abwischbar und besteht aus schuppen-

---

1) Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 8, S. 340.

2) Festschrift d. naturf. Gesellsch. in Halle, S. 137, Taf. VII, Fig. 4.

3) a. a. O. S. 140, Taf. VIII, Figg. 16, 17, 19.

artigen Bildungen, welche von der Natur des Secretes sind[1]). Auch der schuppige Ueberzug mancher Käfer, ferner der aus fadigen Anhängen gebildete pulverige Ueberzug gewisser Hemipteren[2]) lässt sich hier anreihen.

Rechnet man endlich noch die Erfahrung hinzu, welche ich früher schon an Wirbellosen — bei Anneliden und Gastropoden — gemacht habe, dass Drüsenzellen der Oberhaut, insoferne sie durch ihren Zusammenhang mit Nerven als deren Endpunkte erscheinen, ebenso gut für Sinneszellen angesprochen werden könnten, so bleibe ich in Erwägung aller der aufgezählten Thatsachen nach wie vor bei dem Gedanken stehen, dass Verwandtschaftliches durch die beiderlei Elemente hindurchgeht.

Und es sei zum Schlusse nicht unerwähnt gelassen, dass Jickeli, der sich als sorgfältiger Beobachter auch sonst ausgewiesen hat, beim Studium des histologischen Baues der Zoophyten, indem er die Ganglienzellen und Drüsenzellen bespricht, sich dahin äussert, er werde durch die Befunde bei gewissen Hydroidpolypen an den von mir gethanenen Ausspruch, es seien die Sinneszellen umgewandelte Drüsenzellen, erinnert[3]).

§ 44.

Die Erkenntniss, dass die Riech- und Geschmackszellen durch Umwandlung eines Theiles ihres Hyaloplosma Bildungen von bestimmter Form aus sich hervortreten lassen, führt wieder zurück zu jenen Aufstellungen, welche ich seiner Zeit „über Körper specifischer Art“, vorkommend innerhalb oder nach aussen von Nervenendzellen, gegeben habe[4]).

Es lassen sich nämlich, wie ich die Dinge ansehe, gar wohl die Borsten, Kegel und Ballen der Becher- und Seitenorgane, auch jene der Geschmacksplatten mit den Retinastäbchen in eine Gruppe zusammenrücken, trotz der sonstigen Verschiedenheiten.

Bei den Riech- und Geschmackszellen tritt ein Theil des Hyaloplasma frei hervor und es liesse sich darin die Verwandt-

1) Hautdecke und Schale der Gastropoden. Archiv f. Naturgesch. 1876, Sonderabdruck S. 50.

2) Vergl. die unter meiner Anleitung erschienene Inauguralabhandlung: Hemmerling, Ueber die Hautfarbe der Insecten, Bonn 1878.

3) C. F. Jickeli, Bau der Hydroidpolypen, Morphol. Jahrb. 8, S. 656.

4) Bau des thierischen Körpers, 1864, S. 97.

schaft mit gewissen vorne offenen Riechzapfen der Arthropoden erkennen[1]). Die Substanz der Retinastäbchen ist aber nicht frei hervorgetretenes Hyaloplasma, sondern bleibt von einer Hülle umschlossen, die ich längst und wie ich glaube zuerst[2]) angezeigt habe. Wenn ich jetzt das Auge der Salamanderlarve vornehme, so sehe ich mit Deutlichkeit, dass die Stäbchenzelle jenseits des bauchigen, den Kern enthaltenden Abschnittes ihre Grenzlinie fortsetzt. Das zum „Stäbchen“ umgewandelte Hyaloplasma liegt also nicht frei vor der Zelle, sondern in dem walzig oder stabförmig ausgewachsenen Theil der Zelle selber.

Will man daher in strengerer Weise Riech- und Stäbchenzelle vergleichen, so ist einander gleichzusetzen das vordere walzig ausgezogene Ende der Riechzelle und das Stäbchen der Retina. Dass in beiden Fällen der hintere den Kern bergende Theil der Zelle einander entspricht, liegt auf der Hand. In gleicher Weise lässt sich auch die Zelle der Geschmacksplatte und die Stäbchenzelle auf einander beziehen. Alsdann aber, indem wir dieses Verfahren für richtig halten, ist das hervortretende Stiftchen, Ballen oder Klumpen etwas den Riech- und Geschmackszellen Eigenthümliches.

Die vorgenannten Zellen haben einen epithelialen Charakter, den man selbst den Stäbchenzellen, obschon sie nicht auf freier Fläche stehen, kaum absprechen kann. Es kommen aber auch im Bereiche der gangliösen Nervenenden bei Arthropoden „Körper specifischer Art“ vor, welche in Lichtbrechung und sonstigen Eigenschaften mit den besagten Gebilden im Geruchsorgan, Geschmacksorgan, Seitenorgan und Auge zusammengereiht werden können. Ich verweise z. B. auf die von mir aufgefundenen Gebilde bei Daphniden und an die Hörstifte der Insecten[3]).

Haben dergleichen Stäbe und Stifte bei Arthropoden an die Oberfläche der Haut zu treten, so erhalten sie eine derbere Umhüllung, was z. B. an den Kegeln und Zapfen der Antennen und Palpen der Fall ist. Auch cuticulare Verdickungen mancher Art gesellen sich hinzu, aber ungeachtet aller solcher Verschiedenheiten

1) Vergl. meine letzten Angaben in den „Untersuchungen“ S. 40.

2) Histologie S. 238.

3) Bau des thierischen Körpers, S. 97. — Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen, Archiv f. mikrosk. Anat. 1872, S. 346, und an anderen Stellen.

im Einzelnen ist doch ein Zug gemeinsamen Wesens durch alle diese Bildungen zu verfolgen. Besonders bedeutsam erscheint es mir auch, dass sie gleich der eigentlichen Nervensubstanz von dem Hyaloplasma sich ableiten lassen und als Umbildungen desselben betrachtet werden können.

In der Haut unserer Binnenmollusken bin ich bisher den Becher- und Seitenorganen noch nicht begegnet, während sie Andere jüngst im Integumente mariner Weichthiere aufgefunden haben. Wohl aber kenne ich „Sinneshaare" bei Mollusken unseres Landes, welche keineswegs etwas leicht Vergängliches an sich haben, so dass sie etwa rasch die Gestalt ändern und zu einer körnigen Masse zusammenschmelzen, wie es an den obigen vom Hyaloplasma abstammenden Sinnesborsten leicht geschieht. Vor langer Zeit[1]) erwähne ich bereits, dass an den Fühlern von *Lymnaeus stagnalis* zwischen den sich bewegenden Flimmerhaaren des Epithels in Abständen unbewegliche Borsten sitzen; einige Jahre später[2]) zeigte sich mir auch die gleiche Erscheinung an *Planorbis carinatus*. Solche zwischen die Flimmerhaare eingestreuten starren Borsten stehen an der Spitze des Fühlers gehäuft und zeichnen sich dort durch Länge aus.

Zur Kenntniss der weiteren Verbreitung dieser starren Borsten bei den Süsswasserschnecken führe ich jetzt an, dass ich sie auch bei *Ancylus lacustris* sehe. Sie erstrecken sich wieder über das Epithel des Kopfabschnittes im Allgemeinen hin, finden sich aber doch besonders zahlreich an den Tentakeln. Nach Pikrinsäure machen sie den Eindruck, als ob sie aus mehreren, innig verbundenen Fäden beständen und man unterscheidet daran auch noch ausser den mehrfachen Linien einen besonderen Fuss, der sich über den Cuticularsaum der Zelle erhebt.

Diese histologischen Verhältnisse der Haut der Weichthiere sind erst näher zu prüfen, bevor man die besagten „Sinneshaare" einzureihen vermag. Nur möge jetzt schon darauf zurückgewiesen sein, dass es auch in dieser Thiergruppe Bildungen zu geben scheint, welche durch ihre Natur an die leicht veränderlichen

---

1) Histologie, S. 106.

2) Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insecten, Archiv f. Anat. u. Phys. 1860, S. 268, Anmerkung 1.

Sinneshaare erinnern, so z. B. jene Stiftchen mit knopfförmiger Anschwellung, welche ich am Lippenrand der Nacktschnecken unter gewissen Umständen über die Cuticularschicht hervorragen sah [1]).

Ueber die Weise, in welcher der Uebergang der Nervenelemente in die Sinneszellen erfolgt, wird unten beim „Nervengewebe" berichtet werden. Und auch nur vorübergehend sei an dieser Stelle der eigenartigen verästigten Zellen gedacht, welche unter und zwischen den gewöhnlichen Epithelzellen zugegen sind, pigmenthaltig und pigmentfrei sein können und mit Nervenausläufern in Verbindung stehen, worüber ich anderwärts zusammenfassend gehandelt habe [2]).

§ 45.

Intercellulargänge. — In einer zum öfteren angezogenen Schrift habe ich über die allgemeine Verbreitung von Intercellulargängen Nachricht gegeben und füge hier Weiteres hinzu, zunächst bezüglich der Wirbelthiere.

An der lebenden Haut des frisch abgeschnittenen Schwanzes der Froschlarven sind die Intercellulargänge der Epithelzellen sehr deutlich sichtbar als helle Bahnen zwischen den Zellen und durchsetzt von zahlreichen feinen, die Zellenleiber verbindenden Querbrücken. Schon das aufgelegte Deckgläschen reicht trotz der geringen Schwere hin, die Gänge bedeutend auszuweiten. Hautstücke in der Profilansicht und immer noch vom lebenden Thier genommen, geben bezüglich der Intercellulargänge Bilder sehr ähnlich denen, welche die Haut der Muscheln aufzeigt.

Ich gedenke hier auch der fadenförmigen Papillen der Froschzunge, allwo, so lange noch die birnförmigen Zellen des Epithels in guter Ordnung stehen, ebenfalls die Gegenwart von Intercellulargängen klar dem Blicke sich zeigt. Und das Gleiche könnte noch bezüglich anderer Stellen, welche man sich von der Schleimhaut des Nahrungsrohres genannten Thiers vorführt, gemeldet werden.

Erwähnt seien ferner die in der Leber vorkommenden Inter-

---

1) Hautdecke und Schale der Gastropoden, Archiv f. Naturgesch. 1876, Sonderabdruck S. 5.

2) In der „Beilage" zu: Hautdecke und Schale der Gastropoden, Archiv f. Naturgesch. 1876.

cellulargänge desshalb, weil ich bei der Larve von *Salamandra maculosa*, dort wo die Räume als helle Strassen zwischen den Zellenkörpern auftreten, im Allgemeinen nichts von durchbrückenden Fäden bemerke. Indessen stösst man doch auf Zellengruppen, bei denen die Lichtungen zwischen den Zellen nicht nur vorhanden sind, sondern die letzteren sind so dicht mit kurzen Querbrücken durchzogen, dass gewissermassen eine gestrichelte Intercellularzone zwischen den zusammenstossenden Zellen hinzieht. (Taf. IV, Fig. 57.)

Beachtenswerthes bieten auch im Hinblick auf die Intercellularräume jene Zellen dar, welche bei Batrachiern den wesentlichen Theil der Zungendrüsen bilden. An *Pelobates* z. B. erscheinen die Zellen, welche den Grund der Follikel auskleiden, höher und „körniger“ als die nach oben stehenden und der Oeffnung näher gerückten, welche niedriger und breiter sind, auch rein „homogen“ sich ausnehmen. In letzteren nämlich ist das protoplasmatische Schwammwerk zarter, engmaschiger und die Hauptbalken sind spurweise quergerichtet. In der Tiefe des Follikels nun heben sich nicht bloss die Intercellulargänge scharf ab, sondern man vermag auch die Ausmündungen von Lückengängen des Zellkörpers in die Intercellularräume zu unterscheiden. Wir überzeugen uns, dass im Innern des Zellenleibes ein Netz von Lücken zugegen ist, welches nach aussen in die Intercellulargänge sich öffnet. (Taf. I, Fig. 21.)

§ 46.

Vor nunmehr dreissig Jahren habe ich an der einheimischen Muschel *Cyclas*, und zwar in ihrem lebenden Zustande, zwischen den Epithelzellen des Fusses Gänge mit wasserhellem Inhalte wahrgenommen, welche in die Bluträume des Körpers führten und daher zur Aufnahme des Wassers dienen konnten. Ich hatte sie desshalb Wasserkanäle genannt. Nach und nach zeigte ich das Vorkommen solcher Intercellulargänge auch bei andern Mollusken und gewissen Würmern an und brachte die Erscheinung mit Anordnungen im Epithel der Wirbelthiere in Verbindung; auf Grund fortschreitender Erfahrung war ich im Stande, mich immer sicherer über den Gegenstand aussprechen zu können [1]).

1) Ueber Cyclas cornea, Archiv f. Anat. u. Phys. 1855 (die Abbildung wiederholt im Lehrbuch der Histologie S. 102; auf S. 107 habe ich bemerkt, dass „diese Verbindung der Bluträume zwischen der Fussmusculatur mit der Aussenwelt wahrscheinlich mit der Zeit sich als allgemeines Phänomen heraus-

Indessen hat es lange Zeit gebraucht, bis andere Beobachter in der Sache sich zurecht zu finden wussten. Die Richtigkeit meiner Angaben wurde bezweifelt, auch wohl kurzweg abgeläugnet; es liess sich auch die Meinung hören, ich hätte Falten für Intercellulargänge genommen. Und als man endlich doch vom Dasein der Intercellulargänge etwas vor Augen hatte, wurden sie für Ausführungsgänge von Drüsen und Becherzellen erklärt.

Ich nahm daher Veranlassung, noch einmal auf die Wasserkanäle zurückzukommen [1]) und von da an ist eine bemerkliche Wendung auch bei Andern eingetreten. Das bisher Bestrittene findet jetzt Bestätigung. Solches geschieht zuerst durch KOLLMANN [2]), welcher, früher ebenfalls ein Gegner meiner Angaben, sich jetzt vom Vorhandensein der „intercellularen Lücken" im Fussrande der *Helix nemoralis* und in der Haut einiger Würmer überzeugt hat und ausspricht: „es ist für mich gar kein Zweifel, dass durch die Haut Wasser und andere flüssige Substanzen in das Innere des Körpers dringen."

Endlich ist noch in jüngster Zeit ein bedeutender Schritt in der Sicherstellung der Intercellularräume bei Mollusken gethan worden. NALEPA, welcher kurz vorher [3]) wenigstens Bedenken geäussert hatte, ob die Intercellularräume mit den Blutbahnen wirklich zusammenhängen, ist gegenwärtig durch geschickte Methoden der Untersuchung dahin gelangt, die Intercellularräume zu injiciren und also auf diesem Wege ihren Zusammenhang mit den subepithelialen Bluträumen aufzuzeigen [4]). Die von NALEPA gege-

---

stellen dürfte."). — Zur Anatomie und Physiologie der Lungenschnecken, Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. I. — Hautdecke und Schale der Gastropoden, Archiv f. Naturgesch. 1876. — Allgemeine Bedeckungen der Amphibien, 1876, Sonderabdruck S. 25, Anmerkung. — Hautdecke und Hautsinnesorgane der Urodelen, Morphol. Jahrb. 1876. — Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879.

1) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere 1883, S. 74, S. 146.

2) KOLLMANN, Pori aquiferi und Intercellulargänge im Fusse der Lamellibranchiaten und Gastropoden, Verhandlungen der naturh. Gesellschaft in Basel, 1883.

3) NALEPA, Beiträge zur Anatomie der Stylommatophoren, Sitzgsb. der Akad. d. Wiss. in Wien, 1883.

4) NALEPA, Die Intercellularräume des Epithels und ihre physiologische Bedeutung bei den Pulmonaten. Sitzgsb. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 1883.

benen Abbildungen nach injicirten Hautstücken decken sich vollkommen mit den von mir nach dem Leben gefertigten.

Trotz alledem ist, wie die soeben erschienene Arbeit von SCHIEMENZ [1]) zeigt, die Frage nach der Wasseraufnahme bei Mollusken und den Wegen hierzu, noch keineswegs zur Ruhe gekommen.

Der Genannte hat sich zwar durch Versuche überzeugt, dass bei *Natica* „eine directe massenhafte Wasseraufnahme stattfindet"; dieselbe geschehe aber nicht durch die von mir beschriebenen Intercellulargänge des Hautepithels, vielmehr sei wahrscheinlich, dass das Wasser durch „Poren" am Fussrande aufgenommen werde. Auch bleibe das Wasser von dem Blute getrennt und es wäre ein besonderes Wassergefässsystem anzunehmen. Der Beobachter in Neapel trifft daher nur in dem Punkte auch mit mir zusammen, dass eine wirkliche Wasseraufnahme in den Körper der Weichthiere statthabe und zwar durch die Hautdecke hindurch.

Dass ich meine den zwei andern Seiten der Frage geltenden Angaben keineswegs aufgebe, möge ausdrücklich hier bemerkt sein. Die Anwesenheit der Intercellulargänge, welche SCHIEMENZ nicht finden kann und für „pathologische Producte" erklärt, habe ich im Laufe der gegenwärtigen Untersuchungen abermals an Epithelien, welche im unversehrten Zustande sich befanden, wahrgenommen. Sie zeigten sich z. B. sehr deutlich am Hautepithel des zarten *Ancylus lacustris*, am frischen Thier, bei Vermeidung jeglichen Druckes. Die Oeffnungen heben sich in der Flächenansicht aufs beste ab, sind verschieden gross und so zahlreich, dass sie schon desshalb nicht alle auf Oeffnungen der einzelligen, zum Theil auch hier sehr umfänglichen Hautdrüsen bezogen werden können. Wieder sehr klar boten sich derartige Gänge im Hautepithel von *Lymnaeus stagnalis* dem Blicke dar; ebenso in der Zellenlage unterhalb der Cuticula des Integumentes bei *Clepsine;* dann auch zwischen den hohen Cylinderzellen des Darmepithels von *Ascaris megalocephala* und hier kamen auch, wenn die Räume etwas ausgedehnt erschienen, die Brücken, welche die Zellen verbinden, zum Vorschein. Ohne den erhobenen Widerspruch hätte ich es für überflüssig gehalten, dieser gelegentlichen Beobachtungen hier zu gedenken.

In einer Hinsicht möchte ich meine Angaben erweitern und

1) PAULUS SCHIEMENZ, Ueber die Wasseraufnahme bei Lamellibranchiaten und Gastropoden. Mittheilungen aus d. Zoolog. Station zu Neapel, 1884.

bestimmter halten. Ich habe früher neben der Wasseraufnahme durch vorgebildete Oeffnungen noch von einer „molecularen Durchtränkung des Epithels“ gesprochen. Durch die späteren Erfahrungen überzeugt, dass die Epithelzellen nach aussen feinste Löchelchen haben können oder porös sind und andrerseits der Zellkörper einwärts ebenfalls porös wird und auf solche Weise in offener Verbindung mit den Intercellulargängen steht, darf wohl angenommen werden, dass Wasser auch durch den Zellkörper den Weg finden kann, um von da aus erst in die Intercellulargänge zu gelangen.

Dass das aufgenommene Wasser von den erwähnten Räumen weg in die Blut-Lymphräume des Leibes der Mollusken gelangt, ist, abgesehen von andern Arten, doch besonders gut an der Nacktschnecke *Limax arborum* Bouch. zu verfolgen. Die Thiere kommen bei warmem Regen aus den Schlupfwinkeln hervor und kriechen dann gerne gesellschaftlich an Baumstämmen des Waldes herum. Hierbei nehmen sie unter den Augen des Beobachters ein auffallendes Aussehen an: sie schwellen immer mehr an und werden dabei so hell und durchscheinend, dass nicht nur die Eingeweide, sondern auch die Umrisse des Kalkschälchens deutlich sichtbar werden. Wer nun einige Kenntniss vom Bau der Gastropoden hat, muss sich sagen, dass die Leibesflüssigkeit oder das Blut, in dem sich die Organe des Thieres baden, durch aufgenommenes Wasser vermehrt worden ist. Von einem besonderen „Wassergefässsystem“ kann nicht die Rede sein; man hat es mit dem Leibesraum und seinen Nebenlücken zu thun. In dem Augenblick — wie ich seiner Zeit berichtete —, wo man die einherkriechende Schnecke berührte, floss durch die Contraction des Körpers ein helles Fluidum ab, worauf die Thiere einfielen und ihr durchscheinendes Wesen verloren hatten.

Das Abfliessen des Fluidums geschah durch die Niere. Die eigenen Beobachtungen, welche mich zu dieser Angabe führten, habe ich ebenfalls des Näheren mitgetheilt und erlaube mir darauf zurückzuverweisen, da sie mir Beachtung zu verdienen scheinen. — Bezüglich der „Poren am Fussrande“, welche Schiemenz gefunden und näher zu beschreiben in Aussicht stellt, möchte ich mir einstweilen vorstellen, dass sie ebenfalls zum Abfluss und nicht zur Aufnahme der Flüssigkeit dienen.

§ 47.

Pneumaticität der Intercellularräume. — In meiner Arbeit über „Organe eines sechsten Sinnes" habe ich einen besonderen Abschnitt dem „Lufthohlsein einzelner Hauttheile bei niederen und höheren Thieren" gewidmet [1]). Ausgehend von der am frühesten bekannt gewordenen Erscheinung, dass die Spule und Marksubstanz der Federn lufthohl sind, sowie der späteren Wahrnehmung, dass Borsten und Stacheln der Säugethiere, des Igels z. B., sowie die Haare, auch des Menschen, Luft enthalten, gedachte ich auch einiger Fälle von Pneumaticität der Lederhaut, wie eine solche nach Beobachtungen Anderer vorkommen würde.

Sodann wies ich auf Beobachtungen hin, welche ich bezüglich der Haut und ihrer Anhänge bei Arthropoden gemacht hatte, aus denen mit Bestimmtheit hervorging, dass sie lufthaltig sein können. Ferner beschrieb ich ein Lufthohlsein gewisser Partien der Epidermis von Reptilien, insbesondere der Hornschuppen der Blindschleiche, *Anguis fragilis*.

Die von mir angezeigten Verhältnisse der Reptilien hat bisher einzig und allein R. BLANCHARD [2]) in Berücksichtigung gezogen und dabei die Ansicht ausgesprochen, dass ich vorübergehende Zustände bei der Häutung irrig für ein „phénomène normal" genommen hätte. Dazu sei von meiner Seite bemerkt, dass es sich mit dem Lufthohlsein der Epidermis der Reptilien genau so verhält wie mit der Pneumaticität der Federn und Haare der Vögel und Säugethiere: es ist immer ein späterer Zustand. Zuerst ist an der Stelle der Luft eine Flüssigkeit vorhanden und nachdem diese geschwunden, tritt Luft an den Platz. Auch wurde ausdrücklich angeführt, dass ich beim frisch gehäuteten Thier weder mit freiem Auge, auch nicht unter Wasser, etwas von der weissglänzenden pneumatischen Zone erblicke, noch mikroskopisch etwas von den wabigen Räumen wahrnehme [3]). Das Alter scheine auf

---

1) Nov. act. acad. Leop. Carol. Vol. XXXIV, 1868, S. 63.

2) RAPHAEL BLANCHARD, Sur la structure de la peau des Lézards, Bull. de la soc. zoologique de France, 1880.

3) Die Umwandlung eines Theiles der Epidermis durch den Luftgehalt in ein schwammiges Gewebe — man vergleiche hierzu a. a. O. Taf. V, Fig. 35 — hat eine gewisse Aehnlichkeit mit der Veränderung, welche das geschichtete Epithel der Tonsillen durch die von STÖHR entdeckte Wanderung der

die Entwicklung des lufthaltigen Lückensystems von Einfluss zu sein, daher sei es auch bei grossen Thieren entschieden stärker als bei kleineren.

Der Frage, wo denn eigentlich in der Epidermis die Luft enthalten sei, konnte ich dazumal nur insoweit beikommen, dass ich die Luft in unregelmässig zackigen oder buchtigen Hohlräumen der „zelligen Matrix“ antraf, oder auch ein andermal in den Epidermisplättchen selber.

Unterdessen haben die neueren Forschungen die Anwesenheit von Intercellularräumen auch innerhalb epithelialer Gebilde der Wirbelthiere aufgedeckt und ich habe daher im Anschluss an die eigenen hierüber angestellten Untersuchungen vor Kurzem geäussert, dass es in der Epidermis der Reptilien die Intercellulargänge sein werden, in welche nach dem Schwund der Flüssigkeit zunächst die Luft tritt und von da aus in die Lücken des absterbenden Zellenleibes vordringt[1]). Es ist solches um so wahrscheinlicher, als es sich, wovon ich mich überzeugt habe, mit dem Luftgehalt der Haare der Säugethiere nicht anders verhält. Im Barthaar z. B. sehe ich deutlich die Lufttheilchen in den Lücken zwischen den Zellen der Rinde enthalten; im Haare des Hirsches auch innerhalb der Zellen des Markes.

Es liegen bekanntlich Beobachtungen vor über Fälle sehr raschen, man könnte sagen, plötzlichen Ergrauens des menschlichen Haupthaars, welche Erscheinung doch nur erklärlich ist durch die Annahme, dass auch in solchen Horngebilden ein Zu- und Abgehen von Ernährungsflüssigkeit fortbesteht. Hierzu kann ich nicht umhin, eine Wahrnehmung an einem Säugethier anzuführen, die ebenfalls in unverkennbarer Weise auf fortdauernden Stoffwechsel im Haare hinweist. Es handelt sich um zwei grosse und starke Kater, ein Brüderpaar, von Farbe gelbroth und in demselben etwas gesättigteren Farbenton leicht gestreift. An diesen Thieren, welche viel um mich waren, liess sich mit Sicherheit eine Art Farbenwechsel bemerken in der Weise, dass an manchen Tagen und Stunden, ohne auffindbare äussere Veranlassung, sich das

---

Leucocyten an diesem Orte erfahren kann (Mandeln und Balgdrüsen, Archiv für pathol. Anat. 1884, Taf. X, Fig. 14, Fig. 16, Fig. 17). Bei starker „Infiltration von Leucocyten“ könnte das „Gefüge des Epithels mit dem eines Badeschwammes verglichen werden.“ Was hier Lymphflüssigkeit bewirkt, geschieht in der Epidermis durch die eingedrungene Luft.

1) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, S. 145.

Haarkleid aufhellte, um dann wieder sich zu verdunkeln; heute war es der eine Kater, morgen der andere, welcher die angegebene Veränderung zeigte, ein andermal beide zugleich. Die Aufhellung des Pelzes und dann wieder das Sichverdunkeln machten sich so sinnenfällig, dass die Erscheinung selbst dem Auge des Nichtnaturforschers sich aufdrängte. Von Anfang an, als ich den Wechsel der Farbe wahrnahm, habe ich selbstverständlich immer in Betracht gezogen, ob nicht Verschiedenheiten in der Beleuchtung im Spiele wäre, aber es konnte davon nie die Rede sein. Vielmehr musste man immer, bei Erwägung aller Umstände, darauf zurückkommen, dass nur ein innerer Vorgang im Leben des Haares die Ursache der Veränderung sein könne. Auch das will ich noch erwähnen, dass der gedachte Farbenwechsel in der Zeit der eintretenden Pubertät am stärksten hervortrat und dann abnahm, ohne sich jedoch ganz zu verlieren; am ehesten hellte sich immer noch bei anhaltendem Ostwind der Pelz auf.

In noch höherem Grade wird ein Stoffwechsel im Haare der Säugethiere durch die interessanten Mittheilungen beurkundet, welche L. Martin in Stuttgart gegeben hat[1]). In gewisser Jahreszeit hat dieser erfahrene Beobachter bei Säugethieren (und Vögeln) eine Veränderung der Farbe, die er einen „wachsartigen Anflug" nennt, wahrgenommen. Man muss darnach annehmen, dass die Haargebilde eine Substanz abzuscheiden vermögen, wodurch flüchtige Farben entstehen[2]). Ueber den Farbenwechsel der Federn der Vögel liegen auch Beobachtungen von H. Schlegel vor, aus denen hervorgeht, dass namentlich vor der Brutzeit eine alte Feder sich nach und nach, oft ziemlich schnell, entfärbt.

§ 48.

Epithel- und Blutgefässe. — Die früheren Erfahrungen in der Histologie führten zur Aufstellung des Satzes, dass die epithelialen Lagen niemals Blutgefässe in sich schlössen. Es galt für ausgemacht, dass in die Epithelien Blutgefässe nicht hereintreten und ebensowenig Nerven.

---

1) Leopold Martin, Zoologischer Garten, 1879, S. 249.

2) Vergl. hierzu meine Bemerkungen und Angaben über solche durch Abscheidung bewirkten Farben bei Reptilien und Gastropoden in: Verbreitung der Thiere im Rhöngebirge etc., Verhandlungen des naturhist. Vereins der Rheinlande und Westfalens. 1881, S. 176.

Gleichwie nun aber an mehr als einem Orte ein Ausgehen und Endigen von Nerven in Epithelien nach und nach aufgewiesen werden konnte — die erste derartige Beobachtung wurde von mir im Jahre 1850 an den Nervenknöpfen des Kaulbarsches bekannt gemacht — so sind jetzt auch schon einige Wahrnehmungen an's Licht getreten, welche darthun, dass nicht minder Blutgefässe in's Epithel sich verlieren. Nach v. MOJSISOVICS[1]) können bei Lumbricinen die Blutgefässe bis in die mittlere Partie der Epidermis gelangen, eine Angabe, welche sich leicht an Schnitten durch gehärtete Thiere bestätigen lässt.

Das gleiche Verhalten bot sich mir auch an *Aulocostomum* dar. Der untersuchte Egel war längere Zeit in Glycerin aufbewahrt gewesen, wodurch er etwas wie macerirt erschien. Bei Ansicht des Integumentes von oben sah man in klarer Weise Gruppen der Matrixzellen der Cuticula von Blutcapillaren umsponnen und das Maschennetz derselben konnte so eng sein, dass bloss vier, acht und zehn Zellen im Innern einer Masche lagen. Senkrecht geführte Schnitte lehrten, dass die aufsteigenden Blutcapillaren entweder nach einfacher Schlingenbildung umkehren oder auch das eben erwähnte Netz bilden und es sei noch bemerkt, dass die eindringenden Blutgefässe bis nahe an den freien Saum des Epithels gelangen. (Vergl. Taf. III, Fig. 55, Fig. 56.)

Diese an und für sich immerhin auffällige Thatsache habe ich schon vor mehreren Jahren verständlicher zu machen gesucht durch die Annahme, dass hier bei den Anneliden die Matrix oder Hypodermis sowohl der epithelialen als auch der bindegewebigen Lage der Haut der Wirbelthiere gleichzusetzen sei[2]). Mit solcher Auffassung stimmt denn auch überein, was mir die zuletzt angestellten Untersuchungen von der Egelart *Clepsine complanata* gezeigt haben. Auch hier ist keine für sich abgesetzte Lederhaut zugegen, vielmehr ist die Reihenfolge der Gewebstheile so, dass nach der von Schichtungsstreifen durchzogenen Cuticula die Matrixlage kommt, welche einerseits aus gewöhnlichen Zellen besteht, andererseits aus Schleimzellen und noch aus einer besonderen Art

1) v. MOJSISOVICS, Kleine Beiträge zur Kenntniss der Anneliden, Sitzber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 1877.

2) Bau des thierischen Körpers, z. B. S. 39. — Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, S. 174, Anmerkung.

Zellen, die, weil sie unter den Höckern der Haut liegen, als Höckerzellen unterschieden werden könnten; ebenso gehören die Seiten- oder Becherorgane dieser Schicht an. Wollte man nun etwa die Lederhaut von der Grenzlage der Muskeln vertreten sein lassen, so ist zu erwähnen, dass die Muskeln fein pinselförmig zerfasert in die Matrixzellen übergehen.

Hier mag es auch am Platze sein, an die Hautdecke einiger Amphibien zu erinnern, bei welchen die Blutcapillaren nahezu ohne bindegewebige Begleitung in die epitheliale Oberhaut sich erheben. Ich zeigte bezüglich des *Menopoma* [1]), dass die bindegewebige Grundlage, welche dem weiten, ungetheilten, sich hin und her biegenden Blutgefäss bei dem Uebertritt in die Oberhaut als Träger dient, nur spurweise vorhanden sei, „so dass man sich kaum einer Uebertreibung schuldig macht, wenn wir von freien auf die Oberfläche der Lederhaut sich erhebenden Gefässen reden wollten". Verwandtes sah ich ferner bei *Pleurodeles* [2]).

In physiologischer Beziehung brachte ich dieses Heraustreten der Blutgefässe und ihr Ueberdecktsein von einer ganz dünnen Epidermis mit der Hautathmung in Verbindung, indem ich zugleich an die Lungencapillaren der Säugethiere, sowie an die athmende Darmfläche bei *Cobitis* und die dortige Beschaffenheit des Epithels erinnerte, eine Ansicht, die wohl immer noch zulässig ist.

Bei gegenwärtigen Untersuchungen boten sich auch an Hautschnitten der Salamanderlarven (*S. maculosa*) Vorkommnisse dar, welche kurz erwähnt sein mögen. Man sieht in die Epidermis einspringende Höcker, welche einem weiten Blutcapillar zur Aufnahme dienen, oder eigentlich durch dasselbe bedingt sind. Ganz wie bei *Pleurodeles* weist übrigens die Anwesenheit von braunästigem Pigment deutlich darauf hin, dass die Begrenzung des Blutgefässes immerhin noch einen bindegewebigen Ueberzug hat. Es ist jene schwärzliche oder bräunliche Grenzschicht der Lederhaut, zu welcher die Höcker gehören und es entfernt sich daher im Ganzen

1) Allgemeine Bedeckungen der Amphibien, Sonderabdruck S. 41. Die dazu gehörigen Abbildungen sind im Morphol. Jahrb. Bd. II enthalten: Hautdecke und Hautsinnesorgane der Urodelen, S. 290, Taf. XVIII, Fig. 9, Taf. XIX, Fig. 10, Fig. 11, Taf. XXI, Fig. 29.

2) Rippenstacheln des Pleurodeles. Archiv f. Naturgesch. 1879, S. 226.

vorgenannte Bildung noch wenig von den gewöhnlichen Gefässpapillen.

Hingegen scheint beinahe völlig an die Verhältnisse bei den Anneliden dasjenige sich anzureihen, was Retzius über blutgefässhaltiges Epithel, wie es sich im Gehörorgan findet, vor Kurzem mitgetheilt hat [1]).

§ 49.

Epithelzellen und Bindegewebe. — Die ältere Gewebelehre glaubte aussprechen zu können, dass zwischen Epithelien und Bindegewebe überall eine scharfe Grenze bestehe. Dem entgegen durfte ich bereits vor zwanzig Jahren, gestützt auf Beobachtungen über Nervenendigungen in Zellen, welche als umgewandelte Matrixzellen der Cuticula anzusehen waren, die Ansicht äussern, dass im Integumente der Arthropoden Epithel und darunter liegendes Bindegewebe innig zusammenhängen [2]). Auch meine Wahrnehmungen über Endigung von Nervenfasern bei Wirbelthieren jenseits bindegewebiger Schichten im Epithel von Sinnesorganen (Nervenknöpfen) bekräftigten eine solche Auffassung.

Geraume Zeit nachher bin ich der Frage abermals näher getreten gelegentlich der erneuten Prüfung des Integumentes von Fischen [4]). Es wurde, indem ich unter Anderem das „Lückensystem der Bindesubstanz“ verfolgte, in hohem Grade wahrscheinlich, dass die sich auffranzenden Enden der untersten Epidermiszellen nicht nur, wie man bis dahin angenommen hatte, einfach zwischen die feinen Erhöhungen und Vertiefungen der Oberfläche der Lederhaut eingreifen, sondern durch die Lücken und Spältchen der Lederhaut hindurch mit den ebenso zart gewordenen Ausfranzungen der protoplasmatischen Zellen des Coriums zusammenhängen mögen. Ich war im Stande, nicht bloss die Oeffnungen oder Spältchen auf der freien Fläche der Lederhaut, nach Entfernung des Epithels, bestimmt zu erkennen, sondern überdies in vielen dieser Oeffnungen noch ein mitunter glänzendes Pünktchen zu unterscheiden, das nur auf den Durchschnitt oder das abgerissene Ende

1) Gustav Retzius, Biologische Untersuchungen, 1884.
2) Bau des thierischen Körpers, 1864, S. 101.
3) Histologie S. 57, Fig. 31.
4) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879, S. 172.

eines Fäserchens zu deuten war. Es war sonach gerechtfertigt anzunehmen, dass sich die Trennung zwischen Epithel und Bindegewebe nur durch die homogen streifigen Lagen vollzieht, während die Zellenleiber untereinander in Verbindung bleiben.

Im Laufe vorliegender Arbeit gelang es mir, über diese Frage Bilder zu erhalten, welche noch belehrender waren und zwar an dünnen senkrecht durch die Haut von Salamanderlarven (*S. maculosa*) gelegten Schnitten. Man sah an solchen, von aussen nach innen gehend, zuerst die dunklen Grenzpunkte in der Cuticula, gewissermassen die Köpfchen aufsteigender Plasmafortsätze, dazwischen die helle Substanz der Cuticula. Dann folgten, gebettet im Protoplasma, die grossen Kerne, welche deutlich ein inneres, von Knotenpunkten unterbrochenes Netz aufzeigten, zugleich zwischen den gewöhnlichen Epithelzellen, die grossen geschlossenen Schleimzellen, deren Kern jetzt noch ähnlich dem der übrigen Zellen ist, doch mit feinen vom Rande abgehenden Strahlen. Ausserdem sind in der Epidermis noch vorhanden die verästigten, sowohl pigmentirten als unpigmentirten Zellen, deren Ausläufer zum Theil sehr lang und fein sind und sich vorzüglich nach abwärts richten. (Taf. III, Fig. 54.)

Prüfen wir nun mit aller Sorgfalt die untere Grenze der Epidermis gegen die Lederhaut hin, so erscheint dieselbe dem ersten Blick nach von körnigem Wesen, lässt sich aber nach und nach als ein feines Netz erkennen. Wir gewinnen bei längerer Besichtigung die Ueberzeugung, dass an der Grenzmarke der Epidermis nach abwärts durch die sich verästigenden Enden und Ausläufer sowohl der gewöhnlichen Epithelzellen, als auch der Chromatophoren, durch mehrfache Zertheilung und Wiedervereinigung, ein Flechtwerk zu Stande kommt, das eben bei Gebrauch geringerer Linsen das Aussehen einer einfach körnigen Lage hat.

Nach unten zu in die Lederhaut lösen sich von eben diesem aus den Plasmafortsätzen der Zellen der Oberhaut entstandenen Maschenwerk von Stelle zu Stelle Streifen ab, um in senkrechter Richtung hinab in das Protoplasma überzutreten, welches in geringer Menge grosse Kerne im Unterhautbindegewebe umgibt. Die Zellen des Unterhautbindegewebes haben, je weiter sie nach unten lagern, um so mehr den Charakter verästigter Bindegewebskörper. Noch ist zu bemerken, dass die senkrecht nach abwärts gehenden Zellenausläufer wagrecht gerichtete zarte Fortsätze entsenden. End-

lich soll nicht unerwähnt bleiben, dass an manchen Hautstellen die Fortsätze der Epithelzellen unmittelbar, ohne in das Geflechtwerk von vorhin einzutreten, in die senkrecht absteigenden Ausläufer übergehen.

Hautschnitte dieser Art, gewonnen von Thieren, welche in Chrom-Essigsäure gehärtet worden waren, geben also den Nachweis, dass die Zellen des Epithels und jene der darunter gelegenen bindegewebigen Schicht ununterbrochen zusammenhängen. Damit werden aber auch gewisse andere Beobachtungen, welche ich über den histologischen Bau der Lederhaut anzustellen in der Lage war, bestätigt und in Zusammenhang gebracht.

Bei niederen Wirbelthieren nämlich gehört es zu einer weit verbreiteten Anordnung im Schichtungswesen der Lederhaut, dass die Züge, welche ich als „die derben wagrechten Lagen“ oder als „Stock“ des Coriums unterschieden habe, von aufsteigenden senkrechten Zügen durchbrochen werden. Aus dem Obigen ist ersichtlich, dass es zunächst die Zellfortsätze zwischen Epithel und den Plasmazellen des Bindegewebes sein werden, welche hierzu die Grundlinien ziehen. Und wenn ich früher bezüglich des Herkommens der wagrechten Lagen äusserte, dass sie „auf abgesonderte Intercellular- oder Cuticularsubstanz zurückzuführen sind“, so stimmt das genau mit dem, was man hier an den Larven des Salamanders vor sich hat. Die Substanz der späteren wagrechten Lagen ist jetzt noch reine Gallerte, von derselben hellen weichen Beschaffenheit, wie sie die Räume zwischen dem Balkenwerk der Zellen im Unterhautbindegewebe ausfüllt.

§ 50.

In's Gebiet der behandelten Frage gehört auch dasjenige, was sich uns an guten Schnitten durch den Darm von *Ascaris megalocephala* darbietet. (Taf. III, Fig. 53.)

Betrachten wir nämlich mit Aufmerksamkeit das aus hohen Cylinderzellen zusammengesetzte Epithel, abschliessend nach einwärts mit dem streifigen, an starr gewordene Cilien erinnernden Cuticularsaum, so lösen sich nach unten die kegelig zugespitzten Enden der Zellen in Franzen auf, welche auf die Tunica propria des Nahrungsrohres treffen. Die letztere nimmt sich zunächst aus wie eine dicke helle und rein homogene Schicht, welche in der Profilansicht leistenartige Erhebungen zwischen die Zellen, also

Waben in der Flächenansicht, erzeugt zum Umgreifen oder zur Aufnahme von Gruppen der Epithelzellen. Um das Gesagte wahrnehmen zu können, muss sich das Epithel etwas in die Höhe heben[1]. An die Aussenfläche der Grenzhaut des Darmes verliert sich ein bindegewebiges Balken- und Maschenwerk, welches den Raum zwischen der Musculatur der Körperwandung und dem Nahrungsrohr durchspannt. Eine Muskelschicht des Darmes ist nicht vorhanden.

Fassen wir nun, soweit gekommen, die anscheinend ganz homogene helle und dicke Schicht unterhalb der Epithelzellen gut in's Auge, so entdecken wir, selbstverständlich unter Anwendung starker Vergrösserung, dass von dem Franzenwerk der sich zuspitzenden Epithelzellen sehr zarte Fortsetzungen die Tunica propria durchdringen. Je nachdem der Schnitt die Ausläufer getroffen hat, können sie auch anstatt von Fäden die Form rundlicher kleiner Flecken haben.

Nebenbei mag auch bemerkt sein, dass nach den verschiedenen Gegenden des Nahrungsrohres in der Dicke der Schichten Abänderungen vorkommen. So sind im Mitteldarm die Epithelzellen bedeutend höher als im Enddarm, hingegen ist die Tunica propria schwächer.

---

1) Es wiederholt sich hier an der Tunica propria des Darmes von *Ascaris* die Bildung von niedrigen Waben in ähnlicher Weise, wie ich sie vor Kurzem an den Malpighi'schen Gefässen der Larven von *Cetonia* angezeigt habe. Untersuchungen z. Anat. u. Histol. d. Thiere, 1883, S. 134, Anmerkung 2.

6. Muskelgewebe.

§ 51.

Den Muskel in seinem eigentlichsten Bau zu erkennen, ist zwar seit langem das Streben der Morphologen gewesen; aber Jeder, der sich daran versucht hat, weiss, dass die Schwierigkeiten gross und einstweilen nur theilweise überwindbar sind. Vorbereitet durch frühere Beschäftigung mit dem Gegenstande und jetzt ausgerüstet mit vollkommneren Hilfsmitteln habe ich von Neuem längere Zeit dem Studium dieses Gewebes gewidmet und es ist gelungen, über manche Punkte eine bestimmtere Ansicht mir zu bilden; andrerseits ist aber auch nicht Weniges für mich so unklar geblieben, wie es zuvor war.

Wir werden bei Untersuchung des Muskelgewebes immer von dem Eindruck beherrscht, dass wir einer sehr zusammengesetzten Maschinerie gegenüberstehen, in welcher feste und flüssige Theile in Wechselwirkung zu einander treten; und ebenso, dass die festeren Theile oder das Gerüst der Maschine ganz bestimmt ausgeprägte Formen hat, die aber so fein sind, dass man den Gestaltungen nicht zu folgen vermag. Man empfindet bei den vielen in uns aufsteigenden Zweifeln sehr oft den Wunsch, es möchten doch die Theile über das jetzt erreichbare Maass hinaus vergrössert werden können. Die Kleinheit und Feinheit des Gerüstwerkes ist Schuld, dass wir den Aufbau des Muskels im Ganzen nur wie eine Sache, die in weiter Entfernung vom Auge steht, mustern und beurtheilen können.

Es ist vielleicht passend, vor Allem zur Uebersicht die Eintheilung der Muskeln aufzustellen, wie eine solche die nachfolgenden Erfahrungen an die Hand gegeben haben.

Man kann die hergebrachte Gruppirung in „glatte“ und „quergestreifte“ Muskeln immer noch gelten lassen, aber die erstere Abtheilung zeigt bemerkenswerthe Stufen in der histologischen Sonderung.

Der „glatte" Muskel kann nämlich bestehen:

1) aus Zellen, deren Protoplasma dem ursprünglichen Zustande nahe geblieben ist;

2) aus Zellen, deren Substanz sich in Rinde und Mark zerlegt hat; oder

3) aus Zellen, in deren Rinde sich fibrilläre oder blätterige Verdickungen gebildet haben, von einfach linearer Form.

Im „quergestreiften" Muskel hingegen haben die Fibrillen eine gegliederte Gestalt und sind netzig verbunden. Dass Uebergänge vorhanden sind zwischen glatten und quergestreiften Muskeln, ist ein Ergebniss, zu welchem ich schon vor langer Zeit gekommen bin und ausgesprochen habe.

§ 52.

G l a t t e M u s k e l n. a) Hirudineen. — An den viel untersuchten Muskeln der Egel ist man schon lange im Stande gewesen, eine helle Rinden- und körnige Marksubstanz an der einzelnen Faser zu unterscheiden: auch hatte man bereits ein Auftreten von glatten durchsichtigen Fäden in der Rindensubstanz wahrgenommen [1]). Es lassen sich auch diese Sonderungen bereits am lebenden Muskel erkennen, selbst dann, wenn im Uebrigen die ganze Muskelfaser von glashellem, reinem Wesen sich darstellt; auch die „Fibrillen" der Rinde, obschon sie sehr blass und fein sind, heben sich an solchen frischen Muskeln ab. Die Körnchen des Markes sind da und dort so blass, dass unter den angegebenen Umständen die innere Substanz der Muskelzelle sich dem Homogenen nähert. Es kann auch eine zarte Querstreifung zugegen sein, bezüglich welcher aber ausdrücklich gesagt sein mag, dass sie auf feiner Querringelung beruht, wie sie auch am „quergestreiften" Muskel neben der eigentlichen Quersonderung des Innern vorkommt.

Weiterhin sieht man hin und wieder an den lebenden Muskelfasern des Egels, dass sich das Mark wie eine ganz selbständige Bildung so von der Rinde zurückgezogen hat, dass ein lichter Raum

---

1) Es ist manchen neueren Angaben gegenüber nicht überflüssig zu bemerken, dass die Faserbildung in den Muskeln der Hirudineen zuerst beschrieben wurde von J. v. Holst in seiner Inauguralabhandlung: De structura musculorum in genere et annulatorum musculis in specie. Dorpati 1846. Einige Jahre später gedenke auch ich der Längsfasern bei Piscicola. Zeitschrift f. wiss. Zool 1849, doch in nicht ganz zutreffender Weise.

zwischen Mark und Rinde sich aufthut. Der optische Querschnitt kann das Bild am reinsten hervortreten lassen. Im Kern solcher Faserzellen kann ebenfalls um den Nucleolus ein deutlicher Hohlraum ziehen, in welchen das Kernkörperchen feine Randstrahlen sendet.

Untersuchen wir hierauf Rinde und Mark, nachdem härtende Flüssigkeiten, etwa eine Mischung von Chromsäure und Essigsäure, eingewirkt haben, und zwar bei starker Vergrösserung, so erscheinen die Fibrillen der Rinde doch in einem etwas andern Lichte, als der Name es ausdrücken will.

Zunächst hebt sich an der Rinde im Ganzen eine äussere und innere Grenzschicht ab, die nahezu den Eindruck einer Membran macht, ohne aber dies in Wirklichkeit zu sein. Zwischen beiden ziehen die Längslinien oder „Fibrillen" der Rindensubstanz. Im Hinblick auf diese nun gewinnen wir bei genauer und wechselnder Einstellung die Ueberzeugung, dass die Linien eine Zerspaltung der Rinde in Blätter bedeuten. Man hat es nicht mit Fasern, sondern mit Längsbandstreifen zu thun. Und was weiter der Beachtung werth ist: man kann die „Fibrillen" trotz ihrer scharfen Berandung nicht völlig in der Form einzelner Fasern, also für sich, darstellen; die Bruchstücke, welche man durch Zerspalten der Rinde erhält, gehen doch nicht, trotz der scharfstreifigen Beschaffenheit, in wirkliche Fasern auseinander. Das Bild, indem wir namentlich die Art der Beschattung zu Rathe ziehen, bleibt so, dass die Bandstreifen in der Tiefe immer noch zusammenhängen. Dabei lässt sich auch durch aufmerksames Vergleichen der Linien feststellen, dass es sich bei diesen „Fibrillen" um eine Art von Gruppenbildung handelt. Die Bandstreifen hängen untereinander so zusammen, dass je drei der dunkeln Linien derart geordnet erscheinen, als ob sie eine prismatische Figur zu bilden hätten.

Noch sei erwähnt, dass ausser der feinen im Vorigen gedachten Querrunzelung noch hin und wieder eine andere zarte Querzeichnung vorkommt, die Bezug zu den Längsbandstreifen haben mag. Doch bin ich ausser Stand geblieben, hierin weiter vorzudringen.

Hingegen erhalten wir über die „körnige" Beschaffenheit des Markes neue Aufschlüsse. Hohe Vergrösserung macht klar, dass dieselbe keineswegs eine homogene Substanz mit eingestreuten Körnchen ist, sondern die Natur eines schwammigen Plasma besitzt.

Das Netz, mit Knotenpunkten versehen, erscheint bald eng- bald weitmaschiger, welch letzterer Zustand die Structur besser aufdeckt. Die Richtung der Bälkchen geht am gewöhnlichsten in's Quere, besonders bei sehr engem Maschennetz. In den Lücken des Netzgerüstes liegen dunkelrandige Körnchen und diese sind es, welche eigentlich zuerst auffallen. Der letzte Untersucher der Muskeln der Egel, BOURNE[1]), sagt: „the medullary substance is granular", was daher nach vorigem Sinn zu erweitern und zu verbessern wäre.

Die Muskeln der Hirudineen kennzeichnen sich in deutlicher Weise als Zellen, welche in die Länge und Dicke ausgewachsen sind. Das Plasma behält die weiche schwammige Beschaffenheit bei, während peripherisch sich eine derbere Substanz mit weiterer Sonderung entwickelt hat, die am meisten mit elastisch verdichteten Cuticularabscheidungen verwandt sein mag.

Die Muskelzelle kann auch hier sich gabeln und weiter verästigen; häufig, bei unversehrt bleibender Spindelform, verbinden sich die nebeneinander herziehenden Muskeln von Stelle zu Stelle durch zarte Querbrücken und auf solche sind wohl auch die uns oft begegnenden Zacken des Randes der Faserzellen zu beziehen: es sind Reste der abgerissenen Verbindungsbalken.

An der Hautdecke von *Clepsine complanata* habe ich Beobachtungen angestellt über die Weise, wie die Muskeln hier enden. Man hat öfter den Anblick, dass die Muskeln, welche zur Haut streben, in die glashelle Grenzhaut oder Cuticula unmittelbar übergehen; man erhält aber auch Bilder, welche zeigen, dass die Matrixzellen der Cuticula es sind, welche das streifige Ende des Muskels aufnehmen, in der Art, dass sie selber nach einwärts aufgefranzt, ohne Unterbrechung mit der streifigen Substanz des Muskels zusammentreffen. Vielleicht hängt diese Verschiedenheit ab von der Umwandlung des Muskelendes in sehnig-cuticulare Substanz: letztere wird wie die Chitinsehne eines Arthropoden in die Cuticula des Integumentes übergehen; im andern Falle sind die Matrixzellen die aufnehmenden Theile.

Aus der Erwägung dessen, was bisher über den Bau der Faserzellen zu ermitteln war, hat sich bei mir die Vorstellung entwickelt, dass der Sitz der Contractilität in der Marksubstanz ruhe,

---

1) BOURNE, Royal Society 1883.

hingegen die Rinde nur die Eigenschaft der Elasticität habe. Es wurde selbstverständlich versucht, ob nicht diese Ansicht am lebenden Muskel sich bewahrheiten lasse. Obschon ich nun bei den hierauf gerichteten Bemühungen nicht von einem völlig sicheren Erfolg sprechen kann, so steht doch das, was wahrzunehmen war, am ehesten mit der bezeichneten Auffassung im Einklang.

Es wurde nämlich ein Stück frischer Magenwand gewählt, in der bekanntlich ein schönes Muskelnetz zugegen ist. Die Zusammenziehungen desselben erfolgen noch unter dem Mikroskop: hierbei wird das Plasmanetz des Markes, an und für sich deutlich unterscheidbar, in den sich verdickenden oder anschwellenden Stellen des Muskels durch Zusammenrücken der Netzbalken viel dichter, während die Rindensubstanz in gleichem Dickendurchmesser über die Anschwellung wegzieht. Soweit spricht die Veränderung für die Hauptbetheiligung des Markes bei der Contraction. Und fragen wir ferner, ob es das Schwammwerk selber sei oder die von ihm eingeschlossene, wohl halbflüssige Materie, in welcher das primum movens sitzt, so möchte doch von vorneherein an die letztere zu denken sein. Die halbflüssige Masse rückt wohl innerhalb des Maschenwerkes zusammen und bedingt die Anschwellung des sich contrahirenden Muskels. (Vergl. über den Bau der Muskeln der Egel auf Taf. IV die Figuren 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69.)

§ 53.

b) Lumbricinen. — Genannte Gruppe der Anneliden, in vielen Stücken stark abweichend von den Hirudineen, besitzt auch im Bau der Muskeln manche Besonderheiten, in deren Aufzählung ich mich an den gewöhnlichen grösseren Regenwurm (*Lumbricus agricola*) halten will.

Die Fasern des Muskelgewebes stellen sehr platte, breite, durch rauhen Rand ausgezeichnete Bänder dar. In den schmäleren und ganz schmalen Muskelbändern ist eine Scheidung in Rinde und Mark kaum nachweisbar; in den breiteren hingegen zeigt sich eine solche Sonderung auch hier zugegen. Die anscheinend körnige Beschaffenheit des Markes erweist sich wieder bei entsprechender Vergrösserung als eine maschige, mit Knochenpunkten durchsetzte Substanz. Die Längsstreifung in der Rinde oder „Fibrillenbildung“ ist ebenso allgemein zugegen wie etwa bei *Aulocostomum*, aber sie ist bedeutend feiner, woher es kommt, dass

man anfänglich da und dort gar nichts davon sieht, an andern Stellen höchstens schattenhafte Züge. Besser treten sie hervor z. B. durch Anwendung von Pikrocarmin und dann meine ich auch zu erkennen, dass die „Fibrillen“ ebenso wie bei den Hirudineen eigentlich feine lamellöse Verdickungen der Rindensubstanz sind. Bemerkt mag werden, dass wenn die Thiere zu lange z. B. in doppelchromsaurem Kali liegen, die Muskeln zwar leicht in ihre Elemente zerfallen, aber die einzelne Faserzelle kann jetzt so blass geworden sein, dass wohl nur das Auge Dessen, welcher der Sache schon kundig ist, Mark, Rinde und Fibrillen noch herauszufinden vermag.

Charakteristisch ist ferner, dass zwischen den Muskelbändern noch eine „körnige“ Materie vorhanden sich zeigt, welche auch gern in der Form eines ebenso beschaffenen Saumes an den isolirten Bändern haften bleibt. Auch länglich runde Kerne fehlen darin nicht. Bei starker Vergrösserung erweist sich wieder die Masse als ein feinnetziges Plasma mit Granula. Sie ist vielleicht der „körnigen“ Zwischensubstanz in den Thoraxmuskeln der Insecten an die Seite zu stellen. Von mir schon früher bezüglich des *Phreoryctes* angegeben, ist diese körnige Schicht mit Unrecht von Andern in Abrede gebracht worden. (Vergl. auf Taf. IV die Figuren 60, 61, 62.)

§ 54.

c) Turbellarien. — Die Sonderung der Muskelfasern bei Würmern in Rinde und Mark ist nach Allem zu schliessen etwas sehr Durchgreifendes, wenn auch in schmäleren Muskelformen mitunter nur mit grosser Mühe nachweisbar. So ist sie z. B. an den Elementen des Schlundkopfes des Strudelwurmes *Polycelis* auch zugegen, es wollen die Muskeln aber genau angesehen sein. Hier erscheint selbst bei dem Sichzusammenziehen des noch lebenden Schlundkopfes stellenweise eine Spur von Querkörnelung, deren nähere Beschaffenheit sich mir einstweilen entzogen hat [1]).

Es scheint, dass die besagte Sonderung bei den verschiedenen

1) Zwischen den Muskeln des Schlundkopfes sind, nebenbei erwähnt, grössere Zellen bemerklich, die man den Ausläufern nach für Ganglienzellen halten könnte: es sind aber einzellige Drüsen, deren schon v. Graaff, Monographie der Turbellarien, 1882, als Pharyngealzellen gedenkt.

Arten der Turbellarien bald stärker, bald schwächer ausgebildet sein kann, was ich schon vor langer Zeit veranschaulicht habe [1]). Auch gibt v. GRAAFF bezüglich der Elemente des Hautmuskelschlauches an, dass die Muskeln „völlig homogen, glatt, stark lichtbrechend und kernlos" seien. Aber bei *Vortex viridis* zeige sich an der Muskelfaser „eine doppelt conturirte, stärker lichtbrechende Rinden- und eine überaus feinkörnige Marksubstanz."

§ 55.

d) Nematoden. — Die bandartig platten Muskeln der Nematoden sind deutlich nach Beobachtungen von Andern und mir in eine helle Rinden- und eine körnige Achsensubstanz nicht nur gesondert, es wird auch die Rinde nach ihrer ganzen Dicke in „fibrilläre Längsabtheilungen" oder wie ich jetzt besser sagen möchte, in lamellenartige Verdichtungen geschieden. Dies Verhalten lässt sich am optischen und am wirklichen Querschnitt leicht sehen. Indem ich jetzt auch die beutelförmigen Ausbuchtungen der Marksubstanz näher betrachtet habe, wurde erkannt, dass das Innere der Beutel aus einem feinen Maschenwerk mit Zwischensubstanz besteht. Verfolgt man ferner das Maschennetz gegen die Streifen der Rinde zu, so kann man am Uebergang des Beutels in das Muskelband auf Stellen stossen, welche einen Zusammenhang oder eine Hervorbildung der Längslamellen der Rinde aus dem Schwammgerüste des Markes darzuthun scheinen. Wobei man zum Verständniss der Sache auch nicht vergessen darf, dass ja viele der „Balken" des Schwammgerüstes eigentlich auch „Lamellen" oder Plättchen sind und nur im optischen Schnitt die Gestalt von Balken annehmen. Dort freilich, wo Rinde und Mark scharf nebeneinander hergehen, will ein solcher Zusammenhang nicht einleuchten. (Taf. IV, Fig. 59.)

Fasst man Stellen in's Auge, allwo der Uebergang der Muskeln in die Haut geschieht, so lässt sich erkennen, dass die Matrixzellen der Cuticula es sind, welche mit ihrem streifigen Protoplasmanetz die aufgefranzte Muskelsubstanz unmittelbar aufnehmen.

---

1) Histologie S. 134, S. 68, B, a, b, c, d.

2) Bau des thierischen Körpers, S. 76.

§ 56.

e) Mollusken. — Aus dem Stamm der Weichthiere wurden einige einheimische Gastropoden von Neuem vorgenommen.

An den Muskeln des Fusses von *Ancylus lacustris* erscheint die Sonderung in Mark und Rinde, obschon vorhanden, doch nur spurweise ausgedrückt und wohl im Zusammenhange damit sind auch die „Fibrillen" selbst in den breiteren Fasern kaum mehr als bloss angedeutet. Die letzteren in der Form von selbständigen Gebilden isoliren zu wollen, gelingt auf keine Weise.

Eine weitere Ausbildung zeigen die Muskelelemente des Schlundkopfes und sind der Untersuchung auf den feineren Bau etwas mehr zugänglich als bei andern einheimischen Schnecken, weil sich gerade *Ancylus lacustris* durch schöne grosse Gewebstheile auszeichnet [1]). Die Muskeln des lebhaft roth gefärbten Schlundkopfes sind breite Cylinder, die sich sondern in Rinde und Mark. Zu letzterem gehört je ein Kern von stattlichem Umfang und netzigem Innern, welcher anzeigt, dass man es in dem einzelnen Cylinder mit einer einzigen Zelle zu thun habe. Die Rinde besitzt deutliche Querstreifung, die näher besehen aus dunkleren Querscheiben mit hellen Zonen dazwischen besteht. Unter gesteigerter Vergrösserung lässt sich die Querscheibe in einzelne kleine Stückchen zerlegen und durch fortgesetztes Vergleichen unter wechselnden Bedingungen gelangt man zur Ansicht, dass die einzelnen Stückchen nach der Länge und nach der Quere durch kurze fadige Ausläufer verbunden seien, also eigentlich die Querstreifung der Rinde veranlasst werde durch ein fibrillär-netziges Wesen mit Knotenpunkten. (Taf. IV, Fig. 70.)

An den Muskeln des Schlundkopfes von *Helix nemoralis* tritt die Querstreifung im Allgemeinen in schwächerer Ausprägung auf. Dort wo sie übrigens deutlicher sichtbar ist, lässt sich wieder feststellen, einmal dass sie der Rinde angehört, dann dass die Grundlage der Querstreifung die „Fibrillen" sind. Die einzelne Fibrille ist von rauhem Rand, was sich bei gesteigerter Vergrös-

---

1) Auch P. B. Sarasin (Ueber die Sinnesorgane und die Fussdrüse einiger Gastropoden, Arbeiten des zool.-zoot. Instituts in Würzburg. Bd. VI, 1883) hat dies bemerkt und hebt hervor, dass die genannte Schnecke „wegen ihrer enorm grossen Elemente Erstaunen macht"; besonders seien die Muskelzellen von prächtiger Grösse und Klarheit.

serung dahin aufklärt, dass die Fibrille nicht nur aus Körnchen oder kleinsten Stückchen besteht, sondern diese auch quer sich in Spitzen ausziehen, um sich dadurch gegenseitig zu verbinden. (Taf. IV, Fig. 71.)

Die Muskeln am Schlundkopf von *Limax agrestis* zeigen kaum etwas von Querzeichnung: sie zerfallen in helle längsstreifige Rinde und körniges, das heisst plasmatisches, den Kern umschliessendes Mark. Der Kern wie alles Andere ist viel kleiner und feiner als etwa bei *Ancylus lacustris*. Die Muskeln des Schlundkopfes weichen hier weniger von den Elementen der übrigen Musculatur ab, da an den Faserzellen des Fusses die gleichen Sonderungen nachweisbar sind.

Kaum günstiger für die Untersuchung ist *Lymnaeus stagnalis*, doch kommt an den Muskeln des Schlundkopfes eine Sonderung in fibrilläre Rinde und körniges Mark zum Vorschein. Und wenn eine schwache Querstreifung sichtbar ist, so lässt sich bezüglich derselben die Ueberzeugung gewinnen, dass sie abermals durch die netzige Verbindung der Längsfibrillen entsteht.

Auf Grund der im Vorigen angeführten und durch gute Instrumente gewonnenen Erfahrungen möchte ich meine frühere Angabe verbessern. Die Querstreifung an der Musculatur des Schlundkopfes der Gastropoden nämlich ist von mir zuerst und zwar an *Paludina* und *Helix* angezeigt worden[1]). Hierbei verlegte ich sie in die Marksubstanz, die Körnchen der letzteren seien dergestalt in Querstreifen gelagert, dass sie „wohl quergestreiften Muskeln höherer Thiere täuschend ähnlich werden". Und später, nachdem auch der Schlundkopf der Cephalopoden in den Bereich der Untersuchung von mir gezogen worden war, ergab sich: „schon in der Klasse der Weichthiere können aus gedachten Formen echt quergestreifte Muskeln hervorgehen." Es wäre daher jetzt zu berichtigen, dass nicht im Mark, sondern in der Rinde durch die besondere Beschaffenheit der Fibrillen — Auflösung derselben in kleinste Stückchen mit seitlicher Verknüpfung — die Querstreifung zu Stande komme.

---

1) Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. II, 1850, S. 159. — Vergl. auch: Bau des thierischen Körpers, 1864, S. 77.

§ 57.

f) Protozoen. — Gern hätte ich den Muskelstreifen im Stiel einer grösseren Vorticelle, wovon ich vor Jahren eine viel beanstandete Abbildung gegeben habe [1]), mit den Linsen der Gegenwart nachuntersucht, musste mich jedoch im Augenblicke mit einer kleinen Art, welche auf Larven von Wasserkäfern schmarotzt, begnügen. Immerhin liess sich so viel sehen, dass der Muskel auch hier nicht völlig homogen ist; im Gegentheil schied er sich in Rinde und helle Innensubstanz, durch welche sich da und dort Verbindungsbrücken zogen. Es steht sonach ausser Zweifel, dass doch eine Sonderung der Substanz zugegen ist, was in dem dazumal gegebenen Holzschnitt freilich viel zu grell ausgedrückt erscheint. Auch mag bemerkt sein, dass unter der Cuticula des Stiels eine dünne Lage von Protoplasma herzieht, die da und dort ein bischen sich verdickt.

Der Muskelstreifen im Hauptstamm von *Zoothamnium arbuscula* besitzt nach ENGELMANN [2]) eine deutliche fibrilläre Structur. Die Fibrillen seien von ziemlich starkem Lichtbrechungsvermögen und auf dem optischen Querschnitt erschienen die Fibrillen als glänzende Kreise.

Ohne in der Lage zu sein, den Gegenstand nachprüfen zu können, möchte ich im Zusammenhang mit den schon vorgebrachten und noch weiter vorzulegenden Erfahrungen annehmen, dass diese „Fibrillen“ elastische Verdichtungen in der Substanz des Muskels sind. Die contractile Materie suche ich in der „wasserhellen Substanz“, welche die Zwischenräume der von einander getrennten Fibrillen erfüllt. Anders freilich fasst der Genannte die Sache auf: er sieht in den „ziemlich festen Fibrillen“ die eigentlich contractilen Elemente.

Eine weitere Angabe ENGELMANN'S ziehe ich ebenfalls zur Bekräftigung meiner Auffassung heran. Bei *Stentor* nämlich sei die Kraft der Doppelbrechung in den Muskelstreifen gering im Vergleich zu dem Stielmuskel von *Zoothamnium*. Nach meiner Meinung wird eben die elastische Substanz hier bei *Stentor* vorgestellt von dem zu „Muskeltheilchen“ umgebildeten Schwammwerk des Protoplasma.

---

1) Histologie, S. 133, Fig. 67.

2) ENGELMANN, Archiv f. Physiol. Bd. XI.

§ 58.

g) Wirbelthiere. — Die histologischen Sonderungen, welche die stattlich entwickelte Muskelfaser eines Egels im Grossen zeigt, lässt sich in mehr oder minder deutlichen Spuren auch in der viel feineren sogenannten glatten Muskelfaser der Wirbelthiere wiederfinden.

Fasse ich jetzt z. B. die Muskelfasern der Darmwand eines Frosches in's Auge — es geschah an *Hyla* — so ergibt sich nicht bloss eine Scheidung in Rinde und Achsensubstanz an der einzelnen Faser, sondern in ersterer bemerken wir auch die Zeichnung von „Fibrillen“, freilich theilweise nur in sehr zarter Ausführung. (Taf. IV, Fig. 58.)

Eine weitere Zerlegung der Fibrillen tritt in jenen Faserzellen uns entgegen, auf welche ich zu einer Zeit hinwies, als man noch eine scharfe Grenze zwischen glatten und quergestreiften Muskeln ziehen wollte [1]).

KÖLLIKER [2]) hat vor Kurzem gezeigt, dass im Samenleiter des Menschen der „faserige Bau der einkernigen glatten Muskelzellen in ausgezeichneter Schönheit und Deutlichkeit vorkomme“. Ich lege diese Thatsache zu Gunsten der von mir oben hingestellten Ansicht bezüglich der morphologischen und physiologischen Bedeutung der „Fibrillen“ aus. Die letzteren sind nach meiner Auffassung verdichtete und elastische Partien der Muskelzellen; ihre starke Ausbildung steht in Zusammenhang mit der Mächtigkeit der musculösen Faserzellen am Samenstrang. Und ist nicht gerade beim Menschen der Samenstrang auch als eine Art Träger des Hodens anzusehen?

§ 59.

Bevor ich zum Bau des ausgebildet quergestreiften Muskels mich wende, sei noch des Fleischmagens der Vögel gedacht, an dem schon vor langen Jahren meine Untersuchungen zu dem Ergebniss geführt hatten, dass die Elemente der Muskelschicht als Uebergangsformen von der glatten zur quergestreiften Faser anzusehen seien [3]).

1) Bau des thierischen Körpers, S. 79.

2) KÖLLIKER, Sitzungsb. d. Würzburger phys.-med. Ges. 1882.

3) Histologie, S. 324; andere anschliessende Beobachtungen siehe: Bau des thierischen Körpers, S. 79.

Von Neuem zu dem Gegenstand zurückgekehrt, indem ich den Magen der Amsel, eines Nestvogels, untersuchte, bleibt es doch, selbst mit den jetzigen Hülfsmitteln schwierig, die Structur der Muskelfasern im Feineren zu erkennen. Man gewahrt, dass die Einzelfaser in körniges Mark und helle Rinde zerfällt, welch letztere im frischen Zustande ohne Querstreifung ist. Lässt man aber einige Minuten Weingeist einwirken, bekanntlich ein Mittel, was auch sonst an Muskeln eine im Leben nicht sichtbar gewesene Querstreifung zu Tage ruft, so kommen auch hier an den Elementen des Muskelmagens unverkennbare Spuren der Querstreifung zur Ansicht. Im gezerrten Zustande der Faser kann sich in der Rinde auch etwas von einer Längsstrichelung einstellen. — Die rothe Farbe rührt wie sonst von einem diffusen Farbstoff her.

§ 60.

Quergestreifte Muskeln. — Ueber den Bau des quergestreiften Muskels soll jetzt eine Reihe von Einzelbeobachtungen, gewonnen durch die Untersuchung an Gliederthieren und Wirbelthieren, vorgelegt werden. Auf dem Gesehenen ruht die Vorstellung, welche ich mir über die Structur der quergestreiften Substanz gebildet habe.

Zuvor gestatte ich mir noch an einige früher ermittelte Thatsachen zu erinnern, welche zu den wesentlichen Punkten im Gefüge des Muskels gehören. Bereits im Jahre 1855 habe ich darauf hingewiesen und in bestimmter Weise ausgesprochen, dass der quergestreifte Inhalt der Muskelbündel aus kleinen würfelförmigen oder auch keilförmigen Körperchen zusammengesetzt sei und zweitens, dass die Interstitien zwischen den Körperchen mit hellflüssiger Substanz erfüllt werden [1]). Bald nachher war ich ferner in der Lage, ein die contractile Substanz durchsetzendes Lückensystem anzuzeigen [2]). Im Hinblick auf Späteres erlaube ich mir endlich noch in's Gedächtniss zurückzurufen, dass ich an den Primitivbündeln der Gliederthiere und Wirbelthiere eine mitunter in dicker Lage vorhandene feinkörnige Masse mit Kernen bekannt

1) Zum feineren Bau der Arthropoden, Archiv f. Anat. u. Phys. 1855. — Vergl. auch Bau des thierischen Körpers 1864, S. 77.

2) Archiv f. Anat. u. Phys. 1856, S. 156 und Weiteres in: Bau des thierischen Körpers, S. 74.

machte, welche sich unmittelbar unter dem Sarkolemma, zwischen diesem und der quergestreiften Substanz befindet [1]).

Vorausgeschickt sei auch, in welchem Sinne die Glieder des Muskels im Nachfolgenden bezeichnet werden.

Hauptscheibe ist das, was ROLLETT und Andere „Hauptsubstanz" nennen. Dieser Theil zerlegt sich in eine obere und untere Randzone, welche zusammen gleich sind dem, was Andere die „Querscheiben" heissen. Die mittlere Schicht ist gleich der Mittelscheibe der Autoren.

Was ich Nebenscheibe nenne, bezeichnen ROLLETT und Andere als „Zwischensubstanz". Diese wird quer durchzogen von einem Strich, welcher bei dem einen Schriftsteller Zwischenscheibe heisst, bei Andern, z. B. FLÖGEL, die Quermembran ist oder auch Grundmembran bei Andern. Oben und unten von diesem Strich zieht die Körnerschicht FLÖGEL'S hin.

Passend ist es wohl auch, an dieser Stelle ausdrücklich zu erwähnen, dass es eine sehr feine Querstreifung gibt, welche an den verschiedensten Muskeln sich zeigen kann, sowohl bei Wirbelthieren, als auch bei Arthropoden und Mollusken, und nichts zu thun hat mit der histologischen Sonderung der Muskelsubstanz, sondern hervorgerufen wird durch eine dichte und feine Querfältelung des Sarkolemma. Diese Art Querstreifung ist daher eine ganz zufällig uns begegnende Erscheinung und es wurde ihrer bereits oben bezüglich der Muskeln der Hirudineen gedacht, ohne dass ich von jetzt an weiter Bezug darauf nehme.

§ 61.

a) Crustaceen. — Bei *Cyclops*, wenn die Muskeln längere Zeit der Einwirkung von Weingeist ausgesetzt waren, zerlegen sie sich leicht in schmale Längsabtheilungen oder Fibrillen nach herkömmlichem Ausdruck. Bei starker Vergrösserung ist entweder ihre helle Substanz durchsetzt von dunkeln, jetzt schmalen, seitwärts etwas vorspringenden Querstrichen („Hauptsubstanz"), oder der dunkle Querstrich ist zu einer breiteren Zone geworden, wobei alsdann die hellere oder Zwischensubstanz schmäler ist. Endlich

---

1) Zeitschr. f. wiss. Zool. 1850, S. 5, Taf. XX, Fig. 5 (Argulus); ibid. 1851, Taf. VIII, Fig. 12 (Artemia); Rochen und Haie, S. 28, Taf. I, Fig. 12; Naturgeschichte der Daphniden, S. 32.

die dunkle Zone scheidet sich wieder so, dass sie wie in ein oberes und unteres dunkles Querband („Querscheibe") zerfällt mit hellem Innern und da die beiden Bänder seitlich zusammenfliessen, so hat man gewissermassen einen viereckigen, in's Quere gestellten hellen Raum in dunkler Randfassung. (Taf. IV, Fig. 72.)

Ein solches Glied „Scheibe" zu nennen, bekommt man ein Recht, wenn wir bei *Cypris*, ebenfalls in Weingeist gelegen, uns überzeugen, dass die obere und untere dunkle Randzone sich abermals durch kurze Längsstriche in kleinste Abtheilungen oder Muskelprimitivtheilchen zerlegt zeigt. Was aber wieder Beachtung verdient, je eine solche „Scheibe" ist innen hell, homogen, wie ausgehöhlt; unter Umständen schwindet jedoch die Höhlung, die zwei Reihen der primitiven Fleischtheilchen sind dadurch aufeinander getroffen und geben jetzt das Bild einer gewöhnlichen „Scheibe", aber in sehr verjüngtem Massstab. In der hellen Schicht zwischen je zwei Scheiben („Zwischensubstanz") hebt sich noch eine Querlinie ab („Zwischenscheibe, Grundmembran"), die aber hier bei der äussersten Feinheit der zusammensetzenden Theile nicht weiter aufzulösen war. (Taf. IV, Fig. 73.)

Bei *Asellus aquaticus*, Weingeistexemplar, kam abermals deutlich zur Ansicht, dass je eine Partie Hauptsubstanz eine helle Mitte hat, über welche aber in feiner Zeichnung die Linien der primitiven Fleischtheilchen von der obern zur untern „Querscheibe" weggehen können. Ja letztere erstrecken sich auch in gleich zarter Weise über die zwischen der Hauptscheibe befindliche, sonst hellhomogene Zwischensubstanz oder „Nebenscheibe", deren dunkleren Querstrich ich auch hier nicht weiter aufzulösen weiss. (Taf. IV, Fig. 74.)

Die seit Langem und viel untersuchten Muskelscheiben des *Astacus fluviatilis* lassen sofort wieder die Zerlegung der Hauptscheibe in eine obere und untere dunkle Randschicht, welche sich an der Seite verbinden, sowie ein helles Innere wahrnehmen. Die Abtheilungslinien für die primitiven Fleischwürfelchen in den Randschichten können über die helle Mitte weggehen oder auch fehlen.

§ 62.

b) Arachniden. — Auf Eigenthümlichkeiten im Bau der Muskeln der Spinnen habe ich schon bei früherer Gelegenheit hingewiesen und desshalb jetzt einige Arten mit besonderer Aufmerk-

samkeit wieder vorgenommen, zuerst jene kleine *Lycosa*, welche man zeitig im Frühjahr an sonnigen Ackerrändern zahlreich zu Gesicht bekommt.

Der sogenannte Primitivbündel besteht aus Mark und Rinde. Das erstere, unter herkömmlicher Vergrösserung „körnig" erscheinend, wird bei gesteigerter Vergrösserung zu einem feinmaschigen Plasma, dessen Knotenpunkte die „Körner" darstellen; ausserdem sind im Marke zahlreiche Kerne in Längsaufreihung zugegen. Nur Bündel einer gewissen Dicke haben die „körnige" Achse; es gibt feinere Bündel, in denen man gedachten Theil vermisst. Die Rinde zeigt Sonderung in Haupt- und Nebenscheiben und die Veränderungen, welche man am frischen Muskel an den Hauptscheiben verfolgen kann, sind auffallend und lehrreich.

Die Hauptscheibe nämlich kann völlig homogen aussehen, doch so, dass ihre obere und untere Randzone dunkler sich abhebt von der hellen Mitte, welche eine viel blassere, man möchte gleich sagen, weichere Beschaffenheit als die übrige Substanz der Scheibe hat. Dann zerlegen sich die beiden Randzonen durch das Auftreten von feinen Längsstreifen in Stäbchen. Zwischen je zwei solcher Hauptscheiben befindet sich eine anfänglich hellhomogene Nebenscheibe; verschmälert sich die letztere bedeutend, so zieht sie in Form eines dunkeln Querstriches zwischen zwei Hauptscheiben hin.

Eine nächste Veränderung ist die, dass die vorher durch die helle homogene Mitte auseinander gehaltenen Fleischtheilchen der oberen und unteren Randzone der Hauptscheibe aufeinander stossen, gleichsam zusammenfliessen, und demgemäss jetzt die ganze Hauptscheibe in der Flächenansicht aus einer einzigen Reihe entsprechend grösserer, wie stabförmiger Fleischtheilchen besteht.

Weiterhin verbinden sich auch diese Stäbchen einer Hauptscheibe mit denen der nächstfolgenden und es werden dadurch scharf gezogene langstabige Bildungen, Fasern oder Fibrillen, erzeugt. Hierbei ist nun zweifellos zu verfolgen und verdient Beachtung, dass diese Längsstreifen oder Fasern durch quere Verknüpfungen ein regelmässiges Gitterwerk herstellen, und dass ferner diese Verbindung unter Vermittelung der Nebenscheiben zu Stande kommt. Der dunkle Querstrich der Zwischenscheibe lässt sich nämlich in Knoten auflösen, die seitwärts durch je einen zarten Ausläufer sich quer verbinden: der Knoten selber trifft immer auf

das Ende eines „Stäbchens“. Anfangs noch als solcher zu unterscheiden, geht er weiterhin als selbständiges Gebilde unter, nachdem die Stäbchen zu gleichmässigen Fasern verschmolzen sind. An der Stelle aber, wo der Knoten sich zwischen die Stäbe gewissermassen eingeschoben hat, geschieht die Verbindung der Stäbe durch die Querfädchen zum Gitter.

Endlich ist noch ein anderer Punkt sehr in Anschlag zu bringen. Je ein Stäbchen der Hauptscheibe hat zwei Grenzlinien, bezüglich welcher bei sehr gesteigerter Vergrösserung sich erkennen lässt, dass sie keineswegs gegen die zwischen ihnen liegende Substanz vollkommen sich abschliessen. Vielmehr erhalten wir bei genauem Zusehen und wechselnder Beleuchtung den Eindruck, dass die scharfe Linie nach beiden Seiten sich abdacht, man es also nicht mit einem losgelösten „Stäbchen“ zu thun habe, sondern mit Falten, Leisten oder Längsverdickungen jener homogenen Substanz, welche einen guten Theil der Scheibe ausmacht. Das Gleiche gilt auch hinsichtlich der „Knoten“ und der Querfädchen in der Nebenscheibe: auch sie sind nur Verdickungen der sie rings umgebenden Substanz. Das Einzelstäbchen selbst scheint eine prismatische Gestalt zu haben, was daraus zu schliessen wäre, dass man ausser den erwähnten zwei Grenzlinien noch eine dritte einwärts befindliche Kantenlinie unterscheiden zu können glaubt.

Andere Spinnen, zur Gattung *Dysdera* gehörig, gewährten die gleiche Einsicht in den Bau der Muskeln und ich möchte nur Folgendes aus den Beobachtungen herausnehmen.

Die Kerne in der Achsensubstanz des Primitivbündels sind nicht alle rundlich, sondern viele sehr länglich, was wohl darauf hinweist, dass sie im Begriff stehen, sich zu theilen. Das körnige Wesen der Achsensubstanz löst sich abermals für die starke Vergrösserung zu einem Schwammwerk mit Knotenpunkten auf. Jede Hauptscheibe der Rinde gibt deutlich im frischen Zustande drei Zonen zu erkennen: eine obere und untere, welche dunkler sind und eine dazwischen liegende helle. Die beiden ersten zerlegen sich dann in die Stäbchen und diese verbinden sich unter Mitwirkung der Knotenpunkte in der Nebenscheibe zu den Fibrillen. Letztere durchgehen alle Stufen der Lichtbrechung: sie können so blass sein, dass sie schwer unterschieden werden und nehmen andrerseits das Aussehen von scharfen, glänzenden Fasergebilden an. Ganz dasselbe gilt von der Kügelchenreihe in der Körner-

schicht der Nebenscheibe, die zu Gliedern der Fibrillen werden. Das System der Fasern eines Primitivbündels kann auch hier deutlich zu einem Längsgitter sich gestalten, was dadurch geschieht, dass die Querspitzen der Knoten in den Nebenscheiben sich in Verbindung setzen. Man könnte auch sagen: durch feine Formveränderung der Knoten der Nebenscheibe in's Quere erfolgt die Bildung der Netzform. — Hat man „isolirte" Fibrillen vor sich, so setzen sie sich zusammen aus je einem Stab, der aus der Sonderung der Hauptscheibe entstanden ist und zweitens aus je einem Korn zwischen zwei Stäben. Aber, und das bleibt doch immer von Wichtigkeit, das scharfe Zusehen zwingt die Ueberzeugung auf, dass an der „isolirten" Fibrille immer noch ein Saum heller Substanz herzieht, durch welchen ein Zusammenhang mit den Nachbarfibrillen sich erhält, genau so, als ob die Aufreihung der Stäbchen mit den Kügelchen dazwischen nur verdichtete Partien dieser hellen Substanz wären.

Endlich wurde auch noch eine Spinnenart von der Gattung *Segestria* verglichen und immer kamen dieselben Structurverhältnisse zu Tage. Nur waren die Kerne in der Achsensubstanz kleiner und auch die Fibrillen scheinen feiner zu sein als jene von *Lycosa* und *Dysdera*. (Vergl. Taf. IV, Fig. 81, Fig. 82, Fig. 83, Fig. 84, Fig. 85, Fig. 86.)

§ 63.

c) Myriopoden. — In manchem Betracht noch deutlichere Einblicke in die Structur gewähren die Muskeln der Myriopoden, wovon ich namentlich die Gattung *Lithobius* [1]) untersucht habe. Die Sonderungen in Hauptscheiben, Nebenscheiben, dann wieder in Stäbchen, Knötchen, Fibrillen, endlich die netzige Verbindung der letzteren nach der Weise, wie es im Vorigen beschrieben wurde — Alles kehrt wieder. Dabei macht sich auch hier auffallend bemerklich, wie sehr die Bilder im Einzelnen mehrfach wechseln im Hervortreten oder in der Ausprägung der Stäbchen, in der Höhe

1) Das blaue oder violette Pigment, welches in so charakteristischer Weise dem Innern der Lithobien, auch dem Muskelsystem zukommt, verdiente wohl eine besondere Untersuchung. Es ist diese Farbe z. B. schon von Léon Dufour bemerkt worden; ich habe derselben früher ebenfalls vom Nervensystem gedacht. An frisch gehäuteten Thieren schimmert dieser blaue Pigmentstoff schon für's freie Auge durch die Hautdecke hindurch.

und Breite der Zonen, Homogenwerden der letzteren, so dass man zur Annahme greifen muss, es seien verschiedene in der Muskelsubstanz ablaufende Zustände von Bewegungsvorgängen durch den Tod und die angewendeten Mittel festgehalten worden.

Im Besonderen möchte aber noch Folgendes erwähnenswerth sein. Am Einzelstäbchen unterscheidet man zwei dunkle Grenzlinien, eine helle Mitte und eine dritte blasse Linie spielt noch bei gewisser Einstellung mit, wesshalb man auch hier eine prismatische Form dem Stäbchen zuschreiben darf. Bei sehr starker Vergrösserung meine ich auch wahrzunehmen, dass das helle Innere des Stäbchens von zartesten Querbrücken durchsetzt wäre. Wenn die Stäbchen von je zwei Hauptscheiben aneinander rücken, so treffen ihre Enden auf die Querreihen der Kugeln in der Nebenscheibe und diese bilden den Abschluss der Stäbchen oben und unten. Indem dann die letzteren in der Längsrichtung wie durch einen eigenthümlichen Process der Verschweisung zu „Fibrillen“ verbunden werden, erhält sich die Stelle der „Kugel“ durch knotige Abgliederung. Und auch diese kann weiterhin untergehen, so dass die reine geradlinige Fibrille übrig ist. Die Kugeln sind entweder von durchaus blasserem Wesen als die Stäbchen, oder ebenso dunkel wie die letzteren, oder es kann am Primitivbündel der Fall eintreten, dass die Stäbchen ganz blass, anscheinend wie geschwunden sind, während die Querreihe der Kugeln in der Nebenscheibe mit scharf dunkelm Aussehen sich abhebt.

Die Kugeln in der „Körnerschicht“ der Nebenscheiben machen im isolirten Zustande bei sehr gesteigerter Vergrösserung den Eindruck von Hohlgebilden, so gut wie die Stäbchen der Hauptscheibe dieselbe Beschaffenheit an sich haben. Ferner lässt sich unter diesen Umständen wahrnehmen, dass sich von den beiden Enden der Stäbchen etwas blass Feinfadiges in der Längsrichtung wegzieht, was sich mit den Kugeln in der Zwischenscheibe verbindet. Dieses Verhalten mit den andern Beobachtungen verknüpft, deutet darauf hin, dass Theile der Innensubstanz des Stäbchens sich gegen die Kugel hin verschieben können. Den gleichen Erklärungsgrund nehme ich für die Erscheinung in Anspruch, dass die Kugeln ganz klein zu werden vermögen, wie zusammengesunken und endlich verschwunden sind. In diesem Falle, wenn es sich um unverletzte Scheiben handelt, erscheint die Nebenscheibe wie hell und homogen; ist der Inhalt der Stabgebilde in den „Kugeln“

angehäuft, dann wird der Stab selbst ganz blass, ja ist nahezu unsichtbar geworden, hingegen sind jetzt die Kugeln gross und dunkel. Zeigt sich die Stabreihe in der Mitte hell und blass und nur an den beiden Endstücken oben und unten dunkel, so hat die Hauptscheibe das oftmals erwähnte Aussehen: ihre Mitte nimmt sich hell, wie homogen aus, an den beiden Randzonen zeigt sich die durch die Stäbe bewirkte Strichelung.

In der Nebenscheibe und zwar nicht bloss an solchen Primitivbündeln, deren Elemente etwa durch unsere Behandlung in Unordnung gerathen sind, kann die Nebenscheibe wie einzig und allein aus den Kugeln gebildet sein. Man möchte zum Verständniss des Bildes annehmen, dass zu den Stäben der Tiefe gehörige Kugeln neben denen der Oberfläche durchschimmern.

Wenn die Stäbe oder jetzt richtiger Fibrillen netzartig sich verbinden, was wie immer durch die Elemente der Nebenscheiben geschieht, so bekommt das so entstandene Gitterwerk ein homogenes, scharfes Aussehen, es ist das helle Innere ausgelöscht. Wir müssen daraus schliessen, dass eine flüssige Innensubstanz aus den Fibrillen und ihren Queranastomosen hat austreten können, um sich anderswo anzusammeln. Es sei auch erwähnt, dass die Theile des Netzes in den Längszügen — die ehemaligen Stäbchen — zu kurzen dicken Strichen geworden sein können. (Vergl. Taf. IV, Fig. 75, Fig. 76, Fig. 77, Fig. 78, Fig. 79, Fig. 80.) Alle die bisher vorgelegten Thatsachen führen eben fort und fort zu der Annahme, dass die Muskelsubstanz aus einem Doppelten besteht:

Erstens aus einer festeren Materie, welche bestimmt geformte längliche und kuglige Hohlgebilde erzeugt mit verdickter Wand: die Stäbchen der Hauptscheiben und die Kugeln der Nebenscheiben;

Zweitens aus einer flüssigen hellen Materie, welche dieses System von Hohlräumen durchzieht.

§ 64.

d) Insecten. — Aus der Klasse der Insecten wurde ebenfalls eine Anzahl von Arten zu erneuter Untersuchung herangezogen und hierbei die Aufmerksamkeit bald auf diesen, bald auf jenen Punkt besonders gerichtet, wesshalb im Nachstehenden die Arten nicht in systematischer Reihenfolge genannt werden, sondern zusammengefasst nach dem, was im Bau des Muskels überhaupt zu besserer Kenntniss kam.

An der Gattung *Forficula* habe ich namentlich die „Fibrillen" in's Auge gefasst, welche auch hier im isolirten Zustande eine gewisse Andeutung von Zerlegung in Theilstücke behalten können. Sehr klar kommt auch die Verbindung der Fibrillen zu einem Längsgitterwerk zur Ansicht und bei genauer Betrachtung des in unverletztem Zustande befindlichen Gitters sind die Lichtverhältnisse so, dass dasselbe zur Umgebung wie eine Reliefbildung sich ausnehmen kann. Bei gehöriger Einstellung auf das Gitter selbst ist dasselbe hell und die Räume dazwischen erscheinen als Gruben und sind dunkel. Stellen wir umgekehrt auf die Zwischenräume ein, so sind diese hell und das Gitter wird dunkel. Man hat bei recht genauem Zusehen die Empfindung, als ob man durch den Rahmen eines Fensters — das Gitterwerk — in einen dahinter befindlichen hellen, mit Flüssigkeit gefüllten Raum blicke. Auch an der isolirten Fibrille lässt sich durch sorgfältige, wechselnde Beleuchtung bestimmen, dass sie an den Seiten zu einem helleren Häutchen sich abdacht. — In manchen Primitivbündeln nehmen sich die Querzüge des Netzes dicht knotig aus, wozu sich Knickungen und Verschiebungen des ganzen Streifensystems gesellen können. Ich vermuthe, dass die Abbildung, welche ich seiner Zeit von den Muskeln der *Forficula* gab [1]), auf Aehnliches zurückzuführen sein wird.

Den Stäben der Hauptscheiben von *Bombus*, welche ebenfalls von ziemlicher Länge sind, darf man wieder nach ihrer Begrenzung und Lichtbrechung die Form von prismatischen Hohlgebilden zuschreiben. Aber die Gestalt der Theile kann auch — das untersuchte Thier war Jahr und Tag in Weingeist gelegen — ganz anders geworden sein: die Stäbe können in der Mitte verlängert sein, fadig verdünnt, an beiden Enden kuglig aufgetrieben oder geknöpft. Die Knöpfe sind ohne Zweifel die früher in der Nebenscheibe gelagerten Kugeln, welche sich mit dem Stabe verbunden haben. Bei dieser Beschaffenheit der Stäbchen der Hauptscheibe ist die Nebenscheibe fast geschwunden und nimmt sich wie eine Querlücke zwischen den Hauptscheiben aus.

An den frischen Muskeln der Larve von *Tenebrio molitor* (Taf. IV, Fig. 91) konnte ebenfalls gesehen werden, dass die „Körnchen" der Nebenscheibe, indem sie durch einen feinen Strich mit

1) Histologie, S. 45, Fig. 25.

den Stäben der Hauptscheibe sich verbinden, zu Knöpfen oder Endpunkten der Stäbe werden. — Erstaunlich gross sind wieder die Verschiedenheiten im Aussehen und der Beschaffenheit verschiedener Partien eines und desselben Primitivbündels. An der einen Stelle zerlegen sich die Hauptscheiben in die beiden dunkleren Randschichten und in die helle Mittelschicht, wobei die ganze Scheibe in Längstheilchen oder Stäbchen zerfällt; an einem andern Punkt ist die ganze Hauptscheibe viel schmäler und nahezu homogen geworden. Während im ersteren Fall die Nebenscheibe wie granulös aussieht, nimmt sie sich jetzt wie ein helles Interstitium aus. Haben sich die Stäbchen zu Fibrillen zusammengeschlossen und sind diese wieder durch quere Verbindungen zu einem dunkelrandigen Längsgitter geworden, so sind die Maschen des Gitters hier lang ausgezogen, dort kurz, was so weit gehen kann, dass, indem die Maschen sich immer enger zusammenziehen, ein dichtestes Netzwerk zu Stande kommt, welches bei nicht genauem Zusehen und Vergleichen für eine körnige Substanz erklärt werden könnte. Allein es lässt sich mit Sicherheit ermitteln, dass die „Körnchen“ Theile des zum Netz gewordenen Gitterwerkes sind. Die vom letzteren eingeschlossene Substanz ist hell und muss, nach ihrer Veränderlichkeit zu schliessen, so weich sein, dass sie sich dem Flüssigen nähert.

Die Schenkelmuskeln des *Carabus auratus* (Taf. IV, Fig. 88) habe ich mir ebenfalls längere Zeit mit Rücksicht auf den Wechsel im Aussehen der Hauptscheiben besehen. In den meisten Fällen stellt sich auch hier die mittlere Zone — Mittelscheibe — hell dar und ein querer Strich in derselben kann sich wie ein rein optischer Querschnitt ausnehmen: man glaubt bei tieferer Einstellung ein nach einwärts gehendes Blatt zu unterscheiden, dessen gedrehte Flachseiten eine helle Zone vorspiegeln. So im lebenden Muskel. Nach dem Tode aber kann das Aussehen sich wieder dahin umkehren, dass die mittlere Zone dunkel und die Randzone hell geworden ist. Ich weiss, wie wiederholt bemerkt, für alle diese manchfaltigen Vorkommnisse, trotz der von meiner Seite aufgewendeten Mühe, keinen andern Erklärungsgrund zu finden, als die Annahme, dass eine festere Substanz von elastischer Natur und eine halbflüssige homogene Materie hierbei im Wechselspiele sind. Es scheint mir, als ob das nachher zu erörternde Lückensystem mit seinem Inhalte bald durchschimmere, bald zurücktrete.

Da die Muskeln des *Hydrophilus piceus* von vielen Beobachtern als besonders geeignet für unsern Zweck gerühmt werden, so habe ich, da der fertige Käfer zufällig nicht zu Handen war, wenigstens eine im Weingeist aufbewahrte Larve zur Untersuchung genommen. (Taf. IV, Fig. 87, Fig. 89.)

Hauptscheiben und Nebenscheiben zeigen als Ganzes die im Vorausgegangenen wiederholt beschriebenen Sonderungen, wobei es übrigens den Anschein hatte, als ob die Zerfällung in Stäbchen bloss in der Rinde der Hauptscheiben stattfinde, das Innere aber davon unberührt bleibe und desshalb hell und homogen sich erhalte. Ferner stellte sich aus Muskeln des Abdomen, nachdem sie fein zerspaltet waren, Manches deutlicher dar, als sonst zu geschehen pflegt. Man bekam auf diese Weise z. B. Längseinheiten, welche je aus einem Stäbchen bestanden, dem sich ein Kügelchen anschloss, dann wieder das Stäbchen, abermals das Kügelchen und so fort in regelmässiger Aufreihung. Indem sich zwei solcher Längseinheiten zusammenlegen, bleibt zwischen den Stäbchen ein Interstitium bestehen und bei gehöriger Aufmerksamkeit lässt sich, zwar keineswegs überall, aber doch da und dort noch eine Art Querzeichnung im Zwischenraum der zwei Stäbchenlinien entdecken. Es ist unmöglich zu sagen, ob es sich um eigentlich feine Querbrücken handelt, oder um zarte Querfaltenbildung jener Substanz, als deren Verdickungsstreifen die Stäbchen selber anzusehen sind. In ähnlicher Weise sind auch die zwei Kügelchen, welche oben und unten sich abheben und der Nebenscheibe angehören, in die Quere verbunden. — Deutliche Bilder kamen auch wieder davon zum Vorschein, dass das „körnige“ Aussehen eines Primitivbündels durch engste Netzform der „Fibrillen“ erzeugt werden kann.

Wenn sich bei Arthropoden Chitinsehnen entwickeln, so gehen dieselben, wie ich längst gezeigt und von Andern auch bestätigt worden ist, unmittelbar in die cuticularen Lagen des Hautpanzers über. Wie sich aber der Ansatz gestaltet, wenn ohne eigentliche Sehne der Muskelprimitivbündel unmittelbar an die Haut sich heftet, liess sich gerade bei dem genannten Insect gut sehen. Man bemerkt, dass die Substanz der Scheiben fein zerschlissen ausgeht und die auf solche Weise entstandenen Fransen gingen über in das nach unten sich ebenfalls auffasernde Schwammwerk des Protoplasma der Matrix- oder Hypodermis-Zellen des

Integumentes. Auch dieses Verhalten spricht doch wieder für die Annahme, dass der Stoff, welcher die Begrenzungslinien der Stäbchen und Fibrillen bildet, der elastischen Substanz nahe steht und in deren Hohlgängen erst die contractile Materie geborgen sein muss.

Was oben über den Ansatz der Muskeln an das Integument von Hirudineen und Rundwürmern mitgetheilt worden ist, steht im Einklang mit den hier an *Hydrophilus* beobachteten Verhältnissen.

§ 65.

Als ich über das seiner Zeit von mir im Primitivbündel nachgewiesene Lückensystem zuletzt handelte, unter Beifügung neuer Beobachtungen zu den früheren [1]), machte ich aufmerksam, dass man bei durchsichtigen Dipterenlarven am lebenden, nicht im Geringsten veränderten Muskel die hellen, spindelförmigen, leicht gezacktrandigen Lücken sehen könne. Unterdessen kann ich mich fort und fort an durchsichtigen lebenden Larven von Wasserwanzen, Dipteren u. a. vom unbezweifelbaren Vorhandensein dieses Lückensystems überzeugen. Diejenigen, welche meine ersten Mittheilungen mit der Bemerkung aufnahmen, dass dieses von mir beschriebene Lückensystem „nicht existirt", werden sich wohl unterdessen selbst eines Besseren belehrt haben, wesshalb es überflüssig ist auf die Einwendungen zurückzukommen.

Es scheint passend, im Augenblicke noch einige nähere den Gegenstand berührende Wahrnehmungen mitzutheilen, die an Querschnitten frischer Muskeln, z. B. der Larven von *Aeshna grandis* gewonnen wurden. (Taf. V, Fig. 96, Fig. 97.) Verfolgt man hier die nach dem Typus von „Bindegewebskörperchen" geformten Lücken aus dem Innern des Primitivbündels nach aussen zu, so verlieren sie sich in feine Hohlgänge, welche als Interstitien zwischen den Stäbchen ausgehen und sich frei in den Raum unterhalb des Sarkolemma öffnen. In den grösseren Lücken oder Spalträumen können Körnchen liegen. Hat man derartige Muskeln mit Pikrinsäure behandelt, so ist das Bild des querdurchschnittenen Primitivbündels im Kleinen dem Durchschnitt des ganzen Muskels im Grossen ähnlich. Wie hier das „Perimysium internum" den Muskel in Felder zerlegt, so ist der Primitivbündel durch das Lückensystem und dessen zusammenhängende Ausläufer in Feldchen

1) Bau des thierischen Körpers, 1864, S. 74.

zertheilt. Die helle, halbflüssige Substanz, welche das System der Interstitien erfüllt, scheint — wenn wir etwa die so höchst durchsichtige Larve von *Corethra* zur Beobachtung gewählt haben — die bei der Contraction entstehenden Verdickungswellen zu erzeugen; die Stäbchen verschwinden hierbei keineswegs, sondern werden nur zusammengeschoben.

In dieses Lückensystem glaube ich auch die letzten Endigungen der Tracheen sich verlieren zu sehen. Indem man die Luftkanäle verfolgt, welche an die Muskeln herantreten, gewinnt man bald die Ueberzeugung, dass sie keineswegs ausserhalb des Sarkolemmas bleiben, vielmehr die „Peritonealhülle" der Tracheen mit dem Sarkolemma verschmilzt und das eigentliche Tracheenrohr in's Innere der Muskelsubstanz eindringt. Hier werden die sich theilenden Endröhrchen der Tracheen äusserst fein, verlaufen häufig in dichten Schlängelungen, und es kann bei ihrer Zartheit Mühe machen, sie im Auge zu behalten. Der Ort, wo sie liegen, sind die erwähnten Spalträume, auch scheinen sie sich schliesslich in dieselben zu öffnen. Im optischen Querschnitt geben solche feine Tracheen das Bild scharfrandiger Ringelchen.

§ 66.

Die Muskeln im Thorax der Insecten weichen bei manchen Arten in Nichts von den übrigen Muskeln des Stammes ab, so z. B. bei *Ornithomya hirundinis*, *Hydrobius*, bei kleinen Arten von *Carabus*, einigen Wanzen (z. B. *Coreus*). In andern Arten haben sie ein gewisses dunkles Aussehen durch eine Menge von „Körnchen", welche zwischen die Fibrillen gelagert sind. Ich erwähne die Gattungen *Gyrinus*, *Melolontha*. *Musca*, *Culex*, *Bombus*, *Sigara* als diejenigen, an welchen ich diesmal die fraglichen Muskeln von Neuem untersuchte. (Vergl. Taf. IV, Fig. 92, Fig. 93, Fig. 94.)

Auf Grund früherer Studien hatte ich angegeben [1]), dass in den Thoraxmuskeln vieler Insecten das Bindegewebe, welches sonst die contractile Substanz partienweise einhüllt, so weich und feinkörnig sei, jedoch mit den gewöhnlichen Kernen versehen, dass es, weil nicht hautartig consolidirt, die quergestreiften Cylinder sehr leicht in feinere Säulen auseinander fallen lasse. Durch die den Thorax durchziehenden Tracheen geschehe es aber, dass die

1) Histologie, S. 138.

Scheidung der Muskeln in Primitivbündel, welche sonst schwer sichtbar zu machen sei, sich durch die Weise der Tracheenverzweigung markire, wodurch eben eine den Primitivbündeln entsprechende Scheidung zu Stande komme.

Die gegenwärtige Untersuchung hat mir folgendes Weitere ergeben.

An einem *Bombus terrestris*, der seit Jahr und Tag in einer Lösung von doppelchromsaurem Kali gelegen hatte, zerfielen die Thoraxmuskeln sehr leicht in feinere Säulen, Cylinder oder Fibrillen. Die helle Substanz, welche die Hauptmasse der Säulen bildet, erschien durchsetzt, abstandsweise, von dunkeln, das Licht stark brechenden Querstreifen, welche am Rande je etwas vorstanden und so Absätze erzeugten. In der hellen Substanz zwischen je zwei solcher dunkeln Streifen ging ein blasserer Querstrich durch, der keinen Vorsprung am Rande hervorrief. Bei noch mehr gesteigerter Vergrösserung ergab sich, dass eine zarte Längsstreifung die ganze Säule durchzieht, mit Knotenpünktchen in den Querlinien, wodurch eine Zerlegung in Stäbchen angedeutet erschien. Die einzelne Säule ist daher nicht gleichwerthig einer „Fibrille“, sondern entspricht einem breiteren Längsabschnitt des Primitivbündels.

Die so zahlreichen Körner zwischen den Säulen scheinen die Form flacher Scheiben zu haben und sind ziemlich von einerlei Grösse; man unterscheidet an ihnen eine dunklere Wand und ein helles Innere, in dem sich bei manchen noch ein blasses Pünktchen abhob. Es kam mir auch vor, wie wenn einzelne der „Körner“ kurze feine Ausläufer besässen. Zwischen die Masse dieser Körnchen verliert sich die Endausbreitung der Tracheen.

An *Melolontha vulgaris*, zur Winterszeit frisch ausgegraben, lässt sich vor und hinter dem dunkeln Querstrich eine lichte Zone unterscheiden, die ich für eine optische Erscheinung nehme und als eine Art Abdachung zur Fläche ansehe. Denn die dunkle, den Querstrich erzeugende Substanz springt wieder zackig am Rande vor, muss also eine Erhebung sein. Dabei ziehen die Striche entweder rein quer oder schräg, wie im spiraligen Zug, was übrigens auch an *Bombus* vorkam. Es schien ferner, als ob die Substanz der Querlinien nur der Rinde der Säulen angehöre.

Die Säulen der ebenfalls frisch untersuchten *Musca vomitoria* bringen wieder deutlich zur Ansicht, dass die sogenannte Fibrille

mehr vorstellt, als durch den Namen ausgedrückt wird. Man unterscheidet nämlich auch an ihr Hauptscheiben und Nebenscheiben. Die ersteren zeigen die zum öfteren erwähnten Zonen: eine obere und untere, welche opak sind und eine helle Mittelzone. Die beiden ersteren zerfallen in Stäbchen; die Nebenscheibe erscheint einfach homogen. — Die „Körnchen" zwischen den Säulen, grösser als bei *Bombus*, bestanden wieder aus doppelter Substanz, einer innern hellen und einer dunkeln äussern oder Rinde. An einer Seite erschien meist die Rinde dünner geworden und die helle Innensubstanz vorgequollen. Es gab auch „Körnchen", welche um das zwei- bis dreifache grösser waren als die übrigen und sich so ausnahmen, als ob zwei oder drei zusammengeflossen wären. Oder sollte es sich umgekehrt um Theilungsvorgänge handeln? Wenn man die Körnchen der Thoraxmuskeln vergleicht mit der körnigen Masse in den andern Muskeln des Stammes, z. B. der Gliedmassen, so gewinnt es den Anschein, dass die Körnchen, welche hier die im Innern längs aufgereihten Kerne des Primitivbündels umgeben, von derselben Natur sind, nur viel feiner als jene der Thoraxmuskeln. Das einzelne Korn besteht auch dort aus der doppelten Substanz. — Die so zahlreichen Tracheen der Thoraxmuskeln gehen zuletzt in äusserst feine Röhrchen aus, deren Enden sich zwischen die Körnchen verlieren. Ob zuletzt geschlossen oder geöffnet, ist bei der äussersten Feinheit der Theile hier kaum festzustellen.

An *Culex* überzeugte ich mich auch diesmal, dass meine frühere Angabe, in der krümeligen Zwischenmasse seien Nuclei enthalten, vollkommen richtig ist, und zwar treffe ich die Kerne stellenweise in ähnlicher Aufreihung, wie es in andern Muskeln des Stammes geschieht. Nur sind die Nuclei durch die Kügelchen etwas verdeckt und dadurch zum Theil schwerer zu sehen. Aber es wird auf solche Weise auch wieder angedeutet, dass die Körnchen um die Kerne, wie sie in den gewöhnlichen Primitivbündeln vorkommen, gleich sind den grösseren Krümeln, welche hier um die Säulen der Thoraxmuskeln liegen.

Nun ist noch zu bemerken, dass es ausser den erörterten Kügelchen eine andere Sorte gibt, welche wie Fettelemente sich ausnehmen: sie sind viel kleiner, punktförmig, scharfglänzend. Ich nenne z. B. *Sigara*, allwo Zwischenstufen im Bau zwischen gewöhnlichen Primitivbündeln und denen des Brustabschnittes zur

Beobachtung kommen. Dergleichen Bündel sind umschlossen von einem Sarkolemma, zerfallen leicht in die Säulen und haben die fettigen Zwischenkörner. Aber daneben sind blasse, grössere Kugeln sichtbar, die etwas Klebriges an sich zu haben scheinen und daher den „Fibrillen" fester anhaften. Auch in den Muskeln z. B. der Gliedmassen ist das System der Interstitien dicht mit Körnchen gefüllt, deren Masse wieder übergeht in den körnigen Mantel unterhalb des Sarkolemma.

§ 67.

e) Wirbelthiere. — Schwieriger als die quergestreiften Muskeln der Arthropoden sind jene der Wirbelthiere auf den Bau zu prüfen wegen der Kleinheit und Feinheit der in Betracht kommenden Theile. Man bleibt daher öfters im Zweifel, ob gewisse Sonderungen wirklich fehlen oder nur, weil sie allzu winzig und zart sind, sich dem Blick entziehen. Was man jedoch mit den jetzigen Linsen zu fassen vermag, schliesst in den Grundzügen an den Bau des Muskels der Arthropoden an.

Vor Allem ist der Beobachter abermals ganz betroffen von der Manchfaltigkeit dessen, was der lebende Muskel darbietet. Scharfe, schöne Zeichnung in die Quere und nach der Länge, Fibrillenbildung und rein körniges Wesen, ein bunter Wechsel von Hell und Dunkel, von Streifenwesen und homogener Beschaffenheit zeigt sich in nahezu verwirrender Weise zugegen, und zwar nicht bloss an den einzelnen nebeneinander liegenden Bündeln, sondern an einem und demselben Primitivbündel können diese Verschiedenheiten vorkommen. Alles weist eben darauf hin, dass starke Formumsetzungen fortwährend von statten gehen.

Es mag daher in Erinnerung gebracht werden, dass bereits vor mehr als vierzig Jahren Remak zu der Auffassung gekommen ist, die Querstreifen seien nicht stabile Elemente der Primitivbündel während des Lebens, sondern entstünden und vergingen während der Zusammenziehung: es handle sich um quere Faltungen des Muskelcylinders, vielleicht mit gleichzeitiger vorübergehender Verdichtung der Substanz an der Faltungsstelle [1]).

Von meinen neueren Wahrnehmungen möchte ich jetzt das Nachfolgende herausheben.

---

1) Archiv f. Anat. u. Phys. 1843, S. 187.

§ 68.

Bei *Lota vulgaris*, Weingeistexemplar, nimmt sich die Nebenscheibe hell aus; die Hauptscheibe zeigt eine obere und untere dunkle Randschicht. Letztere zerfällt nicht in stäbchen-, sondern in würfelartige Stückchen, die viel kleiner sind als die entsprechenden Theile etwa bei Insecten. Wenn sie zu „Fibrillen" aneinanderschliessen, so ist nichts von Kügelchen, welche aus der Nebenscheibe stammen und sich zwischen die Würfelchen einzuschieben hätten, zu bemerken.

Vom frischen Maifisch, *Clupea alosa*, wurden die Muskeln der Seitenlinie angesehen. Dieselben sind lebhaft roth durch einen diffusen Farbstoff. Da wo die umspinnenden Blutgefässe noch sichtbar waren, erscheinen letztere so zahlreich, dass sie ein enges Netz herstellten. Die Primitivbündel sind in gewissem Sinne den dunkleren Thoraxmuskeln der Insecten zu vergleichen: es ziehen nämlich zwischen allen Längsabtheilungen des Bündels dichte Körnchenreihen hin und das einzelne Korn ist nicht nur grösser als jene sind, welche sonst in dem Lückensystem der Muskeln sich finden, sondern man kann an ihnen auch Rinde und helles Innere unterscheiden.

Im Muskel der Seitenlinie der Schleihe, *Tinca chrysitis*, heben sich im gekochten Zustande die Längsabtheilungen des Bündels sehr scharf ab, hingegen erschien die Querstreifung nur schwach ausgedrückt und nahm sich bei genauem Zusehen so aus, als ob sie bloss der äusseren Schicht des Bündels angehöre und durch zarte Verbindungsleisten der Längszüge bedingt würde. Hier kamen erst nach Aufhellung die Körnchenreihen in den Interstitien zum Vorschein.

In der Klasse der Amphibien stellt sich das einzelne Muskelwürfelchen bei *Triton* z. B. doch da und dort unbezweifelbar als ein mit heller Substanz gefüllter Hohlkörper dar, was sich sowohl an isolirten Stücken zeigt, als auch in den noch zu Hauptscheiben verbundenen Theilchen, besonders gut an den beiderseitigen Randstücken. Und verfolgt man hier die im Innern der Würfelchen sich abgrenzende Lichtung über das ganze Querband herüber, so erhält man den Eindruck, dass die helle mittlere Zone der Hauptscheibe auf der Gesammtwirkung der durchschimmernden Hohlräume beruhen möge.

Bei *Salamandra* sind die Hauptscheiben — oben und unten begrenzt von dunkler Linie, in der Mitte hell — nicht dicker als bei *Triton*; auch die Muskelwürfelchen nicht grösser und es liess sich daher bezüglich des Baues nicht über das vorher Gemeldete hinauskommen. Die Nebenscheiben stellen eine gleichmässig helle Substanz dar. — An Querschnitten des frischen Muskels ist das System der Lückengänge zwischen der Substanz der „Fibrillen" gut sichtbar und es will auch scheinen, wie wenn die Nebenscheiben in näherem Bezug zu dem Lückensystem stehen und dann wie helle Interstitien sich ausnehmen.

Querschnitte vom frischen Hautmuskel der Brust einjähriger Fröschchen, *Rana fusca*, lassen gut bemerken, dass in vielen der Primitivbündel ein heller Achsenraum (Taf. V, Fig. 99) zugegen ist, mitunter von ganz ansehnlicher Weite, ein andermal nur spurweise. Derselbe ist von gleicher Natur, wie die zahlreichen kleinen und kleinsten Lücken oder Spalträume innerhalb der mattgrauen feinstgekörnelten Substanz des Primitivbündels[1]). Die letzteren können auch gangartige Ausläufer abgeben und untereinander netzig zusammenhängen.

Es mag hervorgehoben werden, dass vor langen Jahren bebereits VALENTIN auf eine „centrale Höhle" der Muskelfaser geschlossen hat, weil im noch reizbaren Zustande die Endtheile der durchschnittenen Muskelfasern sich nach aussen umstülpen, so dass eine Art von mehr oder minder trichterähnlicher Eingangshöhle entstehe. Auch auf feinen Querschnitten erklärt er den „eigentlichen Centraltheil" zu erkennen. REICHERT, indem er über diese Angaben berichtet, bringt die „Centralhöhle" in Abrede, es sei ihm nie gelungen, etwas Derartiges zu sehen[2]).

An einer *Hyla*, die durch Chromsäure gehärtet worden war, ergaben Querschnitte der Muskeln mir Bilder, welche selbst die Fortsetzung des Lückensystems zwischen kleinste Gruppen der

1) In einer noch jüngst erschienenen Arbeit: Zur Anatomie und Physiologie der quergestreiften Muskeln, Recueil zoologique Suisse, 1884, werden am Muskel des Frosches die obigen Lückengänge im Querschnitt für Kerne ausgegeben, während ich bereits vor nahezu 30 Jahren den wahren Sachverhalt erkannt habe. (Ueber Tastkörperchen und Muskelstructur, Arch. f. Anat. u. Phys. 1856, die Abbildungen wiederholt in dem Lehrbuch der Histologie S. 47, Fig. 26; vgl. auch a. a. O. Fig. 66 auf Seite 131.)

2) Archiv f. Anat. u. Phys. 1841, S. CXCVI.

Muskelwürfelchen erkennen liessen (Taf. V, Fig. 98). Die grösseren Gänge der Lücken theilten im Querschnitt die Muskelsubstanz in Felder von ungleichem Umfang. Aber auch in die letzteren hinein buchteten sich die Gänge aus; rein quergetroffen und entfernt von ihrer Abgangsstelle erscheinen sie als rundliche Lücken, innerhalb der Felder oder auch in ihrer letzten feineren Zertheilung als punktförmige Interstitien zwischen der Substanz von zwei und drei Muskelwürfelchen. Bei der Längsansicht ziehen sich die Lichtungen zu Längsräumen aus, welche Fibrillen und Fibrillengruppen von einander abspalten.

Dem ersten Blicke nach sind die Unterschiede, welche das Lückensystem in Form und Ausbreitung an dem lebenden Muskel (vergl. die Abbildungen über *Corethra* und *Aeshna*) darbietet, gegenüber dem gehärteten Muskel, z. B. von *Hyla*, gross und auffallend. Dieselben gleichen sich aber aus und sind wohl verständlich, sobald man im Auge behält, dass im Leben das mit Flüssigem erfüllte Lückensystem sehr ausgedehnt sein kann, wodurch Säule für Säule der „Fibrillen“ für sich dasteht. Im gehärteten Muskel aber erscheinen die Säulen zu „Feldern“ zusammengerückt, in denen nur theilweise und wie zufällig noch Reste der Lücken sich erhalten haben.

Die Körnchen im Lückensystem, für gewöhnlich klein und zerstreute Längsstreifen bildend, können nicht bloss sehr zahlreich werden und das Lückensystem durchweg erfüllen, sondern so umfänglich sein, wie in manchen Thoraxmuskeln der Insecten, wobei sie auch bezüglich der Gestalt vom einfach Rundlichen in's Ovale und Eckige übergehen. Und besieht man sie aufmerksam, so tritt an den grösseren auch eine Art Schichtung zu Tage, welche an die der sog. Stearintäfelchen des Dotters und deren Lichtbrechung erinnert. Bemerkenswerth ist ausserdem, dass z. B. in den Augenmuskeln helle Primitivbündel und solche von gekrümeltem Wesen miteinander abwechseln.

Beim Auseinanderlegen der „Fibrillen“ von Muskeln, welche in einer Mischung von Chrom-Essigsäure aufbewahrt waren, führt die nähere Prüfung wieder zu der Auffassung, dass das, was man „Fibrillen“ nennt — je ein scharfer Strich oder Stäbchen, dann ein Punkt oder Kügelchen, hierauf wieder ein Stäbchen und so fort — sich nicht völlig von ihrer Grundsubstanz lösen, vielmehr nur eigentlich Verdickungen oder Erhärtungen eines Stoffes sind,

welchen man der Rinde in der Muskelzelle der Hirudineen vergleichen darf. Je zwei „Stäbchen“ würden sammt den abschliessenden Punkten oben und unten ein „Kästchen“ geben, Alles wie bei Arthropoden, nur dass die „Stäbchen“ kürzer sind, als bei jenen.

Liegen Primitivbündel vor uns, deren Contractionswellen festgehalten erscheinen, so heben sich letztere ab durch ein gewisses glänzendes Aussehen und anscheinend homogenes Wesen, allein scharfes Zusehen entdeckt, dass dennoch die „primitiven Fleischtheilchen“ vorhanden sind. Allem nach zu schliessen, rührt die Verdickung der Stelle her durch Anhäufung und Verdichtung der das Lückensystem erfüllenden Substanz und die Verhältnisse liegen demnach hier ebenso, wie es oben nach Beobachtung lebender, durchsichtiger Insectenlarven angegeben wurde.

§ 69.

Im Hinblick auf die Entstehung einer Art Querstreifung im Plasma der Protozoen habe ich vor Kurzem [1]) geäussert, dass man an die Wahrscheinlichkeit denken dürfe, es möchten die primitiven Fleischtheilchen oder Sarcous elements der ausgeprägteren Muskelsubstanz nur Umbildungen der Knotenpunkte des protoplasmatischen Schwammwerkes sein. Auf solche Weise entstandene Streifen könnten selbständiger werden und in einzelne zerlegbare Muskelbänder auseinander gehen, wie ich sie schon vor Jahren bezüglich eines Infusoriums nach eigenen Beobachtungen angezeigt hatte [2]).

Mit Gedanken dieser Art ging ich an die Untersuchung der Muskelzellen aus dem Körper des Embryo von *Triton taeniatus*. Die Zellen früherer Stadien kommen mit andern Gewebszellen überein: es fehlt eine Membran, das Plasma ist von fein maschigem, die Dotterkugeln aufnehmendem Gefüge; um den Kern zieht eine Lichtung und der Nucleus selbst ist von einem Netzwerk durchzogen, welches derber ist als jenes der Zellsubstanz. Zu bemerken ist noch, dass der Kern um vieles grösser ist als jene Kerne sind, welche später in der Muskelsubstanz sich finden

Die so beschaffene Zelle verlängert sich, der Kern liefert durch Theilung nach und nach eine förmliche Kernsäule und es

---

1) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere. 1883, S. 158.

2) Bau des thierischen Körpers, S. 17, Anmerkung 1.

beginnt die quergestreifte Substanz im Plasma aufzutreten [1]). Es geschieht dies immer im peripherischen oder Rindentheil der Zelle. Während nun manche von solchen verlängerten Zellen einfach die Grundlage eines späteren Primitivbündels von schmächtiger Art sind, erfolgt bei andern eine deutliche Verschmelzung. Es tritt dieser, wie es scheint, bisher nicht beachtete Vorgang zunächst an dem Theil der Zelle ein, in welchem die quergestreifte Substanz sich entwickelt hat und es können so z. B zwei Zellen oben und unten an der Kernseite noch deutlich getrennt sein, indessen die quergestreifte Substanz der Rindenlage als dünner Zug, aber mit aller Sicherheit von einer Zelle zur andern verfolgbar ist. Dass um dieses zu sehen starke Vergrösserung erforderlich wird, ist selbstverständlich. (Vergl. Taf. V, Fig. 101, Fig. 102, Fig. 103.)

Mit Rücksicht auf das Zustandekommen der quergestreiften Substanz liess Folgendes sich beobachten.

An den Enden der Zellen aus Larven von *Pelobates*, nachdem in der Rinde und zwar einseitig quergestreifte Substanz aufgetreten ist, erscheinen die „Muskelwürfelchen" noch kleiner als in der Mitte der Zelle und nehmen sich fast wie Körnchen aus.

In Zellen von Larven der *Rana*, deren eine Hälfte querstreifige Substanz, die andere Kerne, plasmatisches Schwammwerk und Dotterkugeln enthielten und somit dem vorerwähnten Stadium entsprachen, konnte eine neue Thatsache wahrgenommen werden. Es spitzten nämlich sich hier die Enden der quergestreiften Säulchen in homogene Fäden zu und diese gingen in das Netzwerk des Plasma über.

Es ist mir nun zwar nicht gelungen, das Auftreten der querstreifigen Substanz im ersten Erscheinen zu belauschen, denn die rundlichen Embryonalzellen waren entweder noch voll von Dotterelementen und daher undurchsichtig, oder es war, wenn die Zelle länglich geworden und theilweise aufgehellt erschien, in ihnen die querstreifige Substanz schon zugegen. Immerhin meine ich doch

---

1) Remak ist es gewesen, welcher vor nun vierzig Jahren (Froriep's Notizen 1845) an der Froschlarve zeigte, dass die Primitivbündel nicht aus einer Verbindung von so viel Zellen sich bilden, als Kerne vorhanden sind, sondern verlängerte Zellen darstellen, in welchen die Kerne durch fortschreitende Theilung sich vermehren. Abbildungen gab der Genannte später in dem Werke: Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere, 1855.

so viel gesehen zu haben, um den Schluss ziehen zu dürfen, dass es das Schwammgerüste des Plasma sein wird, welches die Umrandung der Muskelwürfelchen zu liefern hat, während das Innere derselben — sie sind ja nach Obigem Hohlgebilde — von der Zwischensubstanz des Schwammwerkes sich herleiten wird. Hierbei denke ich mir den Vorgang so, dass zuerst dort, wo quer-streifige Substanz auftreten soll, Stücke des Maschenwerkes sich fadig strecken und sich nebeneinander legen; indem alsdann die zwischen den Längszügen ebenfalls schon vorhandenen Querbälkchen wieder in regelmässiger Entfernung sich stellen, kommt jene Gliederung zu Stande, deren Theile wir die Muskelwürfelchen nennen.

Beachtenswerth bleibt hierbei auch, dass die Fleischtheilchen in der Rinde der Muskelzellen entstehen und sonach auch nach dieser Seite hin Homologien zwischen den Muskelfasern der Hirudineen und der Wirbelthiere sich erhalten.

Calberla hat ebenfalls dem Auftreten der Querstreifung in den Muskelzellen der Amphibien nähere Aufmerksamkeit zugewendet [1]). Nach ihm sieht man zuerst bei Embryen von Fröschen an dem einen Rande der Muskelzelle eine Anzahl glänzender Körnchen, welche schärfer sind als die übrigen und noch vollkommen regellos stehen. Diese Körnchen ordnen sich dann in einer geraden Reihe an dem einen Rande der Zelle. Noch ist keine Querstreifung vorhanden. Kurze Zeit darauf hat sich schon neben jedes dieser in einer Reihe angeordneten Körnchen ein zweites gruppirt; sie treten dicht zusammen und die Querstreifung ist da [2]).

Vergleiche ich mit diesen Angaben die eigenen Untersuchungen, insbesondere dasjenige, was ich am Protoplasma der Zelle und der Protozoen gesehen [3]), so ist zu folgern, dass es die knotigen Theile des Schwammgerüstes sind, welche die „Körnchen“ vorstellen, und aus ihnen gehen die Begrenzungen der primitiven Fleischtheilchen hervor.

---

1) Calberla, Entwicklung der quergestreiften Muskeln und Nerven der Amphibien und Reptilien, Archiv f. mikrosk. Anat., Bd. XI.

2) Das Sarkolemma, welches von mir zuerst für eine Cuticularbildung erklärt wurde, ist auch nach Calberla durch „Erhärtung von Protoplasma als eine Cuticularsubstanz“ entstanden.

3) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere.

§ 70.

Es ist eine allgemeine Eigenschaft der Muskelelemente des Herzens, dass hier die Fleischbündel eine gewisse trübere Beschaffenheit haben. Schon vor Langem wurde von mir hervorgehoben[1]), dass die Herzmusculatur der Säuger, Vögel, Reptilien und Fische unter andern abweichenden Merkmalen „ein mehr gekörneltes Aussehen habe“. Diese Menge von Körnchensubstanz um und zwischen den contractilen Theilchen ist mir auch jetzt wiederholt als ständige Erscheinung zu Gesicht gekommen.

Man darf gedachte Eigenschaft der Herzmusculatur einem Stehenbleiben auf embryonaler Stufe vergleichen. Durchgeht man z. B. von der neugeborenen Katze viele Bündel der Muskeln des Stammes, so fällt auf, dass sie auch jetzt noch ein gewisses trübes Wesen an sich haben, bedingt durch zahlreiche Kügelchen, welche einwärts vom Sarkolemma gelagert sind und ebenso in den Interstitien der contractilen Substanz, an letzterem Orte gern in linearer Aufreihung.

§ 71.

Das Roth der Muskeln rührt bekanntlich von einem diffusen Farbstoff her, der leicht durch Wasser ausgezogen wird.

Es gibt aber auch Muskeln von braunrother Farbe und hier kommt zu dem diffusen Farbstoff noch Anderes hinzu. Vor geraumer Zeit, als ich zum erstenmal die Muskeln der Fische auf ihren Bau untersuchte, habe ich schon aufmerksam gemacht, dass die braunrothe Farbe, z. B. der Muskellage unter der Seitenlinie bei Selachiern und Knochenfischen, von einer eigenthümlichen molecularen Trübung und Ablagerung von Fettpünktchen in die quergestreifte Substanz herrühre[2]). Ich darf mir wohl gestatten, auf diese Beobachtungen zurückzuweisen, da neuere Schriftsteller, welche sich mit dem gleichen Gegenstande beschäftigten, meinen, dass sie selbst erst diese Thatsache an's Licht gebracht hätten.

Wenn die Muskeln eine lebhaft weisse Farbe darbieten, wie ich solches an der Musculatur des Stammes von *Hexanchus griseus*

---

1) Histologie S. 410.

2) Rochen und Haie, 1852. — Histologie, 1857, S. 137, ein solcher Muskel auch dargestellt in Fig. 71.

wahrnahm, so rührt dies von Reihen der Fettkörperchen her, welche zwischen der contractilen Substanz sich befinden [1]).

Die Erscheinung, dass in einem und demselben Thier weisse und rothe Muskeln vorkommen, ist übrigens schon viel früheren Zergliederern aufgefallen und der Erwähnung für werth befunden worden [2]).

§ 72.

Die nicht unwichtige Frage, wie die Verbindung der Muskelelemente mit andern Geweben geschieht, vermochte ich mir, wie oben berichtet wurde, bei Wirbellosen an mehreren Stellen zu beantworten. Ich verweise auf die Mittheilungen über den Ansatz der Muskeln an das Integument von *Hydrophilus*, *Clepsine* und *Ascaris* [3]).

Bei Wirbelthieren, indem ich die Verbindungsstellen zwischen Muskel und Sehne in's Auge fasse, bin ich nicht im Stande überzeugende Bilder zu gewinnen. Es sieht, z. B. in den Muskeln der Batrachier, die betreffende Gegend am meisten so aus, als ob innerhalb des Sarkolemma die Muskelsubstanz scharf gegen die Sehne abschliesse, während das Sarkolemma, wie REICHERT längst angegeben hatte, ohne Unterbrechung in die Sehnensubstanz übergeht. Wenn wir mit den jetzigen Hülfsmitteln der Untersuchung nicht im Stande sind, die fragliche Sache in's Klare zu bringen, so wird man sich nicht wundern dürfen, dass ältere Beobachter ebenso schwankend sich aussprechen; der Eine lässt die „Muskelfibrillen" sich unmittelbar in die „Fibrillen der Sehnenbündel" fortsetzen, der Andere sieht, dass die Muskelfasern verjüngt mit abgerundeter Spitze aufhören.

Nach ENGELMANN [4]) endigt die quergestreifte Substanz im Rohr des Sarkolemma immer mit „isotroper, speciell plasmatischer Substanz", wozu er auch wohl die Erläuterung gibt [5]), dass die isotrope Substanz sich zerlege in die gewöhnliche isotrope oder

1) a. a. O. S. 138.

2) Vergl. z. B. Archiv f. Physiologie, 1800, S. 250.

3) S. 145, S. 127, S. 130.

4) ENGELMANN, Ueber den Bau der quergestreiften Substanz an den Enden der Muskelfasern, Archiv f. d. gesammte Physiologie, Bd. XXVI.

5) a. a. O. (Bemerkungen zu dem vorigen Aufsatz).

Zwischensubstanz und in die isotrope im engeren Sinne oder plasmatische Substanz. Angaben, die, wie ich gestehen muss, mir nicht recht klar geworden sind.

§ 73.

Von mehreren Seiten ist ausgesprochen worden, dass eine gewisse Analogie im histologischen Bau zwischen dem quergestreiften Muskel und seiner Sehne bestehe. Die Muskelfibrillen seien gleich den Bindegewebsfibrillen und gleich diesen in Gruppen zusammengefasst; die Muskelkörperchen hätten ihr Gegenüber in den Bindegewebskörperchen.

Frühere Beobachtungen von mir[1]) sind ebenfalls darnach angethan, zur Stütze einer solchen Ansicht theilweise verwendet zu werden. Immerhin wird man einer derartigen Zusammenstellung doch nur im allgemeinsten Sinne beipflichten können, da im mikroskopischen Bau Muskel und Sehne ebenso auseinander gehen und sich untereinander verschieden darstellen, als sie schon für's freie Auge es thun.

Zieht man sich aber auf einen entfernteren Standpunkt zurück, so bleibt so viel richtig, dass die „Fibrillen" der Muskelsubstanz aus einer Verdichtung des plasmatischen Netzes der Muskelzellen hervorgegangen sind; was an ihnen hartlinig und stark lichtbrechend ist, nahm den Ursprung aus festeren Theilen der Zellsubstanz. Bei jenen Fibrillen der Sehnen, welche aus umgewandeltem Plasma sich bilden, möchte ich nach meinen gegenwärtigen Erfahrungen dieselbe Entstehungsart voraussetzen.

Für den Muskel sind aber die „Fibrillen" nur ein Theil seiner Masse; es kommt hinzu noch die halbflüssige contractile Substanz, ganz abgesehen davon, dass die Fibrillen eine sehr zusammengesetzte Anordnung — ein wirkliches Gitterwerk — entwickeln können.

Die „Muskelkörperchen" und die Zellkörper des Bindegewebes in Eine Linie zu setzen, lässt sich aus mehr als einem Grunde rechtfertigen. Und es darf auch noch bemerkt werden, dass im Muskel und Bindegewebe diese Elemente es sind, in welche sich die Substanz von Nervenenden verliert.

---

1) z. B. Bau des thierischen Körpers, S. 74.

§ 74.

Allgemeines über Muskeln. — Aus den Mittheilungen, wie sie im Bisherigen niedergelegt wurden, ergeben sich, wie ich meine, für unsere Gesammtanschauung über den letzten Bau des Muskels nicht unbrauchbare Anhaltspunkte.

Das thatsächlich Beobachtete führt zu der Annahme hin, dass Zweierlei im Muskel zugegen ist: eine festere Substanz von elastischer Beschaffenheit, welche sich mit einer weichen, nahezu flüssigen Materie — dem Sitz der Contractilität — verbindet. Das räumliche Nebeneinandersein verhält sich so, dass die elastische Substanz eine Art Gerüstwerk liefert, von einfacher Bildung in den sogenannt glatten Muskeln und von zusammengesetzterer Form in den quergestreiften Muskeln. In den Räumen solchen Gerüstwerkes befindet sich die halbflüssige contractile Substanz, welche für unsere sinnliche Wahrnehmung als homogene Materie sich darstellt. Allem nach zu schliessen bewegt sich innerhalb der Hohlräume des Gerüstwerkes das Flüssige, Anschwellung und Abschwellung des Muskels bedingend. Und was das Herkommen der beiden Stoffe betrifft, so leitet sich, so weit die Beobachtung reicht, das elastische Gerüstwerk ab von dem Spongioplasma der Bildungszelle und die contractile Materie geht aus der homogenen Zwischensubstanz hervor oder dem Hyaloplasma.

Was hier im Gefolge mikroskopischer Untersuchung mit den Hülfsmitteln der Gegenwart ausgesprochen wird, steht in gutem Einklang mit dem, was die Physiologie früherer Tage auf ihrem Wege der Untersuchung gefunden hatte. Durch so manche Arbeit über „Muskelbewegung“ aus der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts zieht sich der Gedanke, dass „Muskelkraft“ und „Elasticität“ in diesem Gewebe vereinigt seien. Und wenn Haller sagt, es bestehe eine eigene Muskelkraft und eine besondere Nervenkraft und durch den Zusatz der letzteren zum Muskel erkläre sich dessen Verkürzung, so deckt sich diese Auffassung mit dem jetzt durch mikroskopische Untersuchung Gewonnenen. Der contractilen flüssig weichen Substanz, eingeschlossen in ein elastisches Fachwerk, mischt sich die ebenfalls flüssig weiche Nervensubstanz bei. Und dass es sich um ein Flüssiges handelt, von dem die Bewegung ausgeht und in welcher sie sich vollzieht, drückt auch die Erscheinung im Lebendigen aus. Mögen wir z. B. den Schlundkopf

oder die Fussscheibe von Schnecken betrachten, die Bewegung stellt sich als Wellenbewegung dar, sie ist ein Anschwellen und Abschwellen, wie nur Flüssiges solches vollführen kann.

Die morphologische Grundlage, von welcher die Bewegungserscheinungen an den Flimmerhaaren und Samenelementen ausgehen, lässt sich wohl auch wie am Muskel zerlegen in ein activ sich Bewegendes und ein passiv Bewegtes, worüber ich vor Kurzem einiges Thatsächliche vorgelegt habe[1]. Bereits JOH. MÜLLER, wie ich jetzt sehe, spricht den Gedanken aus, dass die Wimperbewegung abhänge von einem unbekannten contractilen Gewebe, welches entweder in der Substanz der Wimpern oder an ihrer Basis liege. An den Spermatozoen heben sich ebenfalls in vielen Fällen Theile einer festeren dunkleren Substanz ab gegenüber einer weichen hellen Materie. Letztere ist das sich Bewegende, erstere wird in Bewegung gesetzt.

Die von andern Beobachtern angestellten Untersuchungen über Doppelbrechung der Muskeln, der Flimmerfäden und Samenelemente stehen nicht mit der Auffassung, welche hier vorgebracht wird, in Widerspruch, sondern bestätigen sie vielmehr. Nach den Erfahrungen Derer, welche die Gewebe in polarisirtem Licht untersucht haben, sind Knochenlamellen, Bindegewebsfasern, Schmelzprismen, Hornzellen, Cuticulae, Tunicae propriae, ebenso das Licht doppelbrechend, als die „Disdiaklasten“ es sind. Ueberlegt man nun, dass die „Disdiaklasten“ nach meiner Untersuchung aus der Verdickung einer elastischen, also festeren Substanz bestehen und einer davon umspannten halbflüssigen Materie, so darf man sich zu der Annahme geneigt fühlen, dass in den „Disdiaklasten“ die elastische, festere Verdichtung die Doppelbrechung bedingt, die eingeschlossene contractile Substanz hingegen nicht doppelbrechend ist.

Bezüglich der Flimmerhaare findet ENGELMANN, dass sich die Cilien verhalten wie doppelbrechende Fasern, mit Unterschieden in Bezug auf die Kraft der Doppelbrechung. Diese Angaben lege ich mir wieder so zurecht, dass ich annehme, die festere Materie — Netzsubstanz — gebe die Doppelbrechung und nach Stärke derselben schwankt die Kraft der Doppelbrechung. Die weiche contractile Materie ist nicht doppelbrechend.

Und wenn endlich derselbe Schriftsteller bezüglich der Sper-

---

1) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere.

matozoen meldet, dass „die nicht contractilen dickeren Kopftheile", ebenso wie die contractilen Schwänze doppelbrechend seien, so lässt sich auch das für meine Auffassung verwerthen. Die festeren stützenden Theile am Spermatozoon sind im Anschluss an die anderen derberen Substanzen doppelbrechend und selbst am Schwanz ist ja neben der contractilen, nicht doppelbrechenden Materie ein festerer elastischer Faden zugegen.

Ich komme demnach, Alles zusammengenommen, zu einer Ansicht, welche bereits oben, indem über die einzelnen Thatsachen berichtet wurde, zum theilweisen Ausdruck gelangte: nicht die „Fibrillen" des Muskels, nicht die festeren Theile des Flimmerhaares und der Samenfäden, also die doppelbrechenden Stoffe kann ich für die contractilen Elemente halten, sondern sie alle sind in meinen Augen passiv bewegliche, elastische Bildungen: die halbflüssige, nicht doppelbrechende Materie ist das activ bewegliche oder eigentlich contractile Element.

§ 75.

Muskel und elektrische Organe. — Schon bei älteren Naturforschern, z. B. den Italienern REDI und LORENZINI hatte sich die Ansicht entwickelt, dass verwandtschaftliche Beziehungen zwischen elektrischen Organen und den Muskeln beständen. Auch die spätere Zeit wollte eine „auffallende Uebereinstimmung" zwischen gewöhnlichem Muskelfleisch und den elektrischen Organen finden. Es mag z. B. auf die Darlegungen von G. CARUS und KNOX aus den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts verwiesen werden. In die Muskelsubstanz von *Petromyzon*, heben die Genannten hervor, schieben sich zahlreiche dicht aneinander liegende Septen ein und es entstehe dadurch eine Einrichtung, welche Aehnlichkeit mit der Bildung der elektrischen Organe, z. B. des Zitterrochens habe. Seit REDI nannte man auch die elektrischen Organe des Zitterrochens „Musculi falcati, sichelförmige Muskeln".

Ich selber ging noch einen Schritt weiter, indem ich diese Aehnlichkeit zwischen Muskel und elektrischem Organ bis in die Primitivbündel verfolgen zu können meinte und aussprach, es wäre im elektrischen Organ in kolossaler Weise ausgeführt, was am Muskel in höchst minutiöser Art sich wiederspiegelt [1]).

1) Histologie, S. 45. „Gleichwie dort eine gallertige Substanz inner-

Dass die dazumal gegebene Zeichnung[1]), einen Primitivbündel von *Forficula* veranschaulichend, auf wirklichen Verhältnissen beruht, ergibt sich aus den Darstellungen, welche FLÖGEL[2]) und zwar unter Anwendung viel stärker vergrössernder Linsen, fünfzehn Jahre später veröffentlicht hat. Wie ich jetzt die Muskeln des genannten Insectes ansehe, wurde oben[3]) berichtet.

Man wird in Erwägung dessen, was mich die voranstehenden Untersuchungen über den Bau des Muskels gelehrt haben, begreiflich finden, wenn ich die dazumal ausgesprochene Vermuthung aufgebe. Ja angesichts des besseren Wissens über die Structur des Muskels selber, sowie neuerer von Anderen an's Licht gebrachter Beobachtungen über elektrische Organe können sogar Zweifel aufsteigen, ob überhaupt die ganze Betrachtungsweise, zufolge welcher Muskel und elektrische Organe zusammengehören, auf richtiger Bahn sich bewegt. Sollten nicht vielleicht alle Formen von elektrischen Organen sich vom Integumente her entwickeln nnd den Drüsen verwandter sein als den Muskeln?

---

halb eines regelmässig vertheilten Fachwerkes liegt, wodurch eine Zusammensetzung aus prismatischen Säulen sich darbietet, so grenzen sich auch die primitiven Fleischtheilchen in langgezogen viereckiger Form von einander ab. Je eine Anzahl von derartig aneinander gestellten Fleischtheilchen tritt von Neuem zu einem gewissen Ganzen zusammen, wodurch grössere Abtheilungen von hexagonalem Umriss entstehen. Ich möchte darnach vermuthen, dass die Muskelsubstanz im Kleinen ein ähnliches Schema des Baues einhält, welches wir vom elektrischen Organ der Fische (der Zitterrochen z. B.) kennen und möchte den Gedanken aufkommen lassen, dass die Muskeln und die elektrischen Organe verwandte Bildungen seien. Stellen wir uns beide vom morphologischen Gesichtspunkt aus einander gegenüber, so findet die Substanz eines primitiven Fleischtheilchens sein Aequivalent in jenen Gallertportionen, welche von den kleinsten Abtheilungen der Säule umschlossen werden und der ganzen Säule entsprechen die ebenfalls sechseckig begrenzten Aggregate der sarcous elements."

1) a. a. O. Fig. 25.

2) FLÖGEL, Ueber die quergestreiften Muskeln der Milben, Archiv f. mikrosk. Anat. 1872, Taf. III, Fig. 5.

3) S. 143.

7. Nervengewebe.

§ 76.

Ueber das Nervengewebe, welches von jeher als Grundlage der Empfindung, der Bewegung, der seelischen Vorgänge mit Aufmerksamkeit durchforscht wurde, habe ich zuletzt in dem Buche: Vom Bau des thierischen Körpers[1]) eine meinen damaligen Erfahrungen gemässe, zusammenfassende Darlegung gegeben. Und auch später, wo sich nur immer Gelegenheit bot, suchte ich in den Bau dieses Gewebes und seinen Zusammenhang mit anderen Geweben vorzudringen.

Jetzt bei planmässiger Wiederaufnahme der Untersuchung mit besseren Hülfsmitteln, als diejenigen waren, mit welchen ich seiner Zeit gearbeitet hatte, war ich bedacht, im Anschluss an meine letzten Mittheilungen, das Gefüge der Ganglienkugeln und Nervenfasern weiter aufzudecken. Dann ferner strebte ich über die von mir aufgestellte Punktsubstanz an niederen und höheren Thieren vielleicht neue Aufschlüsse zu erhalten. Endlich trachtete ich auch das letzte morphologische Verhalten des Nervengewebes in seinem Uebergang zu anderen Theilen des Körpers über die Grenze des bisher Bekannten hinaus zu verfolgen.

Wenn ich mich nicht täusche, reichen die gewonnenen Ergebnisse hin, Manches im Bau dieses Gewebes von veränderten Gesichtspunkten aus zu betrachten, welche ich weiterer Beachtung empfehlen möchte.

§ 77.

Die ältesten ärztlichen Physiologen nahmen bekanntlich eine „canaliculöse Beschaffenheit der Nervencylinder“ an: die Nerven seien hohle Kanäle, in denen ähnlich wie das Blut in den Gefässen, so das Nervenfluidum, die „Lebensgeister“, mit fortschrei-

1) Tübingen 1864.

tender Bewegung enthalten sei. Und daher wird auch in den anatomischen Schriften des vorigen Jahrhunderts oftmals die „quaestio cardinalis“ aufgeworfen: „utrum in nervis reperiatur fluidum?“ Als man die Nerven mit Hülfe des Mikroskopes zu untersuchen lernte, musste man aber gedachten Elementen den „Charakter der Solidität“ zuschreiben und die Analogie mit den Blutgefässen fallen lassen. Ob dieses Verfahren in allen Stücken das vollkommen richtige war, wird sich aus dem Nachfolgenden beurtheilen lassen.

Für mich hat es sich vor Allem darum gehandelt, an die Wahrnehmungen anzuknüpfen, welche ich bezüglich des Abganges der Nerven von den grossen Ganglienzellen des Gehirns bei Gastropoden gemacht hatte [1]). Dort nämlich wurde erkannt, dass im Innern der Abgangsstelle eines bandartig platten Nervenfortsatzes, nach der Lagerung der Faserlinien zur Nervensubstanz, der wesentliche weichere Theil der Nervenmaterie als Fortsetzung anzusehen ist jener homogenen, fast weichen Substanz — Hyaloplasma — welche zwischen dem Balkennetz des Spongioplasma sich befindet; und ebenso, dass die stofflich festeren Streifenzüge im Nerven nur zum Gerüstwerk dienen.

Dies Verhältniss, einmal bemerkt, musste die Frage anregen, ob nicht auch weiter peripherisch, in die „Nervenfasern“ fort, eine ähnliche maschige Stütze die homogene Nervensubstanz durchsetzen möge. Was mich hierüber die Untersuchung der Nerven niederer und höherer Thiere gelehrt hat, sei jetzt berichtet.

Noch mag zuvor in Erinnerung gebracht werden, dass den früheren Beobachtern, welche mit dem Bau der Nerven der Wirbelthiere sich vertraut gemacht hatten, die Untersuchung der Nerven der Wirbellosen grosse Schwierigkeiten bereitet hat. Denn sonst hätten sie nicht sagen können, man vermöge weder „Primitivröhren“ noch „Bündel“ zu unterscheiden. Die Nervenstämme und ihre Zweige seien eben breitere oder schmälere Röhren, gefüllt von einer durchsichtigen, grauen, bald stärker bald geringer granulirten Masse. Es sei im Ganzen wenig Charakteristisches an solchen Nerven und man erkenne sie am Ende nur dann sicher als Nerven, wenn sie mit Nervencentren zusammenhingen [2]).

---

1) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, S. 56.

2) Man vergl. z. B. Archiv f. Anat. u. Phys. 1853, Jahresber. S. 61.

§ 78.

Nervenfasern von Wirbellosen. a) Anneliden. — Bei *Aulocostomum* gewähren unter Anwendung der gewöhnlichen Linsen die Nervenfasern den Eindruck einer körnig streifigen Materie. Die jetzt möglichen Vergrösserungen lassen aber finden, dass das „Streifige" von Längszügen eines schwammigen Gerüstes herrührt und das „Körnige" auf die Knotenpunkte eines feineren Zwischennetzes zu deuten ist. Die Haupt- und Längszüge des Maschenwerkes rufen die Abgrenzung in „Fibrillen" hervor, aber zwischendurch zieht ein zartes Schwammgefüge, in dessen Räumen die homogene, eigentliche Nervensubstanz enthalten ist. (Taf. V, Fig. 105.)

Vor zehn Jahren hat der jung verstorbene Ernst Hermann dem Baue der Nervenfasern des Blutegels ein eingehendes Studium gewidmet [1]). Er sucht hierbei durchzuführen, dass man zwischen „Fibrillen" und „Nervenfasern" unterscheiden müsse. Die Erklärung, welche ich seinen Zeichnungen gebe, beruht auf meiner gegenwärtigen Auffassung des Baues der Nervenfasern: die „Fibrillen" Hermann's sind Theile des Gerüstes, Haupt- oder Längszüge des Maschenwerkes, welches erst die eigentliche Nervensubstanz umschliesst.

Bei *Lumbricus* liegen die Dinge nicht anders, nur sind hier die Längszüge des Fachwerkes weniger scharf ausgeprägt und es tritt daher die Abgrenzung in „Fibrillen" mit nicht so deutlichen Linien auf. Hingegen scheidet sich die homogene Nervensubstanz oder das „Mark", wie ich es früher nannte, an Schnitt- und Zerzupfungspräparaten theils in Form von Kugelgebilden und scharfrandigen Scheiben aus, theils in Gestalt manchfach krauser Massen, ganz ähnlich, wie solches bei Wirbelthieren geschehen kann. Auch die Schichtungslinien des Markes sind zugegen. In der centralen Partie des Bauchmarkes stösst man auch auf lange Fasern, die ich noch nicht mit Sicherheit unterzubringen weiss: sie sind fein, glattrandig und anscheinend ohne Verbindung mit dem groben Schwammnetz. Einstweilen möchte ich annehmen, dass sie die Ausläufer eines festeren bindegewebigen Gerüstes sind, wie es auch

---

1) E. Hermann, Das Centralnervensystem von Hirudo medicinalis. Eine anatomische Untersuchung. Gekrönte Preisschrift. München 1875.

in den nervösen Centren bei Arthropoden von DIETL [1]) und KÖSTLER [2]) gesehen wurde.

Man wird begreiflich finden, dass ich bei *Lumbricus* jene Elemente des Nervensystems von Neuem in's Auge gefasst habe, welche seit längerer Zeit als „riesige Nervenfasern" bekannt sind. (Taf. VI, Fig. 133.)

Aus dem Bauchmarke des frischen Thieres genommen zeigen sie eine ganz helle, gleichmässige Achsensubstanz und eine dunklere Rinde von längsgeschichtetem Wesen. Gerne treten stärkere Einschnürungen auf, wohl in Folge der Thätigkeit von Muskeln, welche ich im Neurilemma des Bauchmarkes aufgezeigt habe. Von den Einbiegungen weg erstrecken sich über die „Riesenfasern" Querzüge und ästige Zeichnungen, bezüglich derer sich ermitteln lässt, dass sie alle nur äusserlich ziehen. In der hellen Innensubstanz der frischen Riesenfaser lässt sich nichts von einem Maschengewebe erkennen; hat hingegen etwa sehr verdünnte Pikrinsäure kurze Zeit einwirken können, so will es mir doch vorkommen, als ob die homogene Innensubstanz auch hier von einem zarten Gerüstwerk durchzogen werde.

Ein ganz eigenthümliches Bild kann entstehen, wenn die gedachten Einfaltungen dicht sich folgen und stark eingeschlagen sind. Dann zieht die Innensubstanz in steiler und dabei geschlängelter Wellenlinie durch das Ganze; ihr entspricht von beiden Seiten die begleitende geschichtete Rinde und es entsteht so ein doppelter ineinander greifender Zickzack. Selbstverständlich kommen von der einfachen leichten Einbuchtung der Riesenfaser bis zu dieser man möchte sagen spiraligen Form manchfache Zwischenstufen vor.

VIGNAL [3]), indem er in den histologischen Bau des Nervensystems von *Lumbricus agricola* vor Kurzem einzudringen gesucht hat, gibt eine Anzahl von Durchschnitten des Bauchmarkes, die in topographischer Rücksicht belehrend sind, aber was die hier abgehandelten Verhältnisse anbelangt, nichts bieten. Dazu waren

---

1) DIETL, Organisation des Arthropodengehirns, Zeitschrift f. wiss. Zool. 1876.

2) KÖSTLER, Eingeweidenervensystem von Periplaneta orientalis, Zeitschrift f. wiss Zool. 1884.

3) VIGNAL, Rech. histolog. sur les centres nerveux de quelques invertébrés. Arch. de Zool. exp. 2. Ser. T. I, 1883.

auch die von ihm angewendeten Vergrösserungen nicht ausreichend genug.

Die Ansichten über die Bedeutung dieser bei Anneliden weit verbreiteten Gebilde, welche ich für dunkelrandige riesige Nervenfasern erklärt habe, gehen einstweilen noch sehr auseinander. SPENGEL[1]) hat sich der Mühe unterzogen, eine Uebersicht der bezüglichen Literatur in chronologischer Anordnung zu geben, mit kurzen Hinweisen auf die jedesmal vertretene Auffassung, woraus zu entnehmen ist, dass besonders nach zwei Richtungen hin die Deutung sich spaltet.

Den einen Beobachtern — und diese schliessen sich mir an — sind die fraglichen Theile Elemente des Nervengewebes; die Anderen halten sie für Fasern, welche der Chorda zu vergleichen seien. SPENGEL selbst stellt sich auf meine Seite: die „Röhrenfasern" von *Halla* und *Arabella* seien wirklich „riesige Nervenfasern", welche von zugehörigen riesigen Ganglienzellen ausgehen.

Ich meine, dass Derjenige, welcher die strittigen Gebilde nicht bloss bei Anneliden untersucht hat, sondern auch bei Arthropoden, nicht umhin wird können, sie für Nervenfasern oder vielleicht besser für Nervenröhren anzusprechen, was ich um so mehr mir erlaube hervorzuheben, als ich auch in letztgenanntem Thierstamm die Theile von Neuem mir angesehen habe, wovon jetzt ein Mehreres.

---

1) J. W. SPENGEL, Oligognathus Bonelliae, eine schmarotzende Eunicee. (Mittheilungen a. d. Zool. Station zu Neapel 1881). — Zur Vervollständigung des SPENGEL'schen Literaturverzeichnisses setze ich bei, dass ferner KOWALEVSKY die Gebilde bei *Euaxes* gesehen hat: sie seien functionell und genetisch der Chorda dorsalis zu vergleichen (Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden 1871). BUCZINSKY hat nach JOSEPH NUSSBAUM (Vorläufige Mittheilungen über die Chorda der Arthropoden, Zool. Anzeiger 1883) auf entwicklungsgeschichtliche Studien hin behauptet, dass die Theile aus Mesodermzellen sich entwickeln. Sorgfältig hat jüngst VIGNAL (a. a. O.) die Elemente am Regenwurm mit verschiedenen Präparirmitteln untersucht und spricht sie als „tubes nerveux" an. Die gleiche Ansicht vertritt HANS SCHULTZE (Die fibrilläre Structur der Nervenelemente bei Wirbellosen, Archiv f. mikrosk. Anat. 1879). Er unterscheidet das centrale Fibrillenbündel und die breite Myelinscheide, welche sich durch Osmium schwärzt.

§ 79.

b) Arthropoden. — Die faserig-röhrigen Gebilde, von denen beim Flusskrebs schon EHRENBERG, HANNOVER wussten, und die dann REMAK zuerst genauer beschrieben hat, wurden von mir auch bei Insecten der verschiedensten Ordnungen nachgewiesen.

Gelegentlich der gegenwärtigen Studien habe ich sie ferner bei Arachniden kennen gelernt. In den Nerven der Gliedmassen z. B. von *Dysdera* und *Segestria* sind gedachte Bildungen deutlich vorhanden und geben das Aussehen von Röhren, die mit heller Substanz erfüllt sind, wozu noch etwas kommt, was nachher zu erwähnen sein wird. (Taf. V, Fig. 106.)

Um zunächst auf die „colossalen“ Nervenfasern des *Astacus fluviatilis* (Taf. V, Fig. 112) zurückzukommen, so weisen mir dieselben im lebenden Zustande nichts von einer Sonderung ihres hellen Innern auf und bei vielen tritt selbst nach Einwirkung von Reagentien kaum Weiteres zu Tage. In manchen hingegen erscheint alsdann, nachdem sie z. B. in Pikrinsäure über Nacht gelegen, das von REMAK zuerst [1]) angezeigte und auch von mir [2]) dargestellte „innere Faserbündel“. Dasselbe aufmerksam betrachtet besteht aus Körnchen, Krümelchen, auch Stiftchen oder walzigen Stückchen, die eine etwelche regelmässige Lagerung, sei es nach der Quere oder in die Länge annehmen können. Das ganze „Faserbündel“ kann auch in einer krümeligen Wolkenbildung untergegangen sein, was vielleicht erst Folge der Knickung und Zerrung beim Herausnehmen des Nerven ist. In Erwägung aller dieser Erscheinungen geht man eben wohl kaum fehl mit der Annahme, dass es sich um Gerinnungsformen der Nervensubstanz handelt, wobei jedoch immer zugestanden werden muss, dass von vorne herein in der Mischung schon eine Sonderung bestanden haben muss, zufolge welcher ein inneres Faserbündel durch Reagentien zum Vorschein gelangen konnte.

In Anbetracht der so abweichenden Deutungen, welche die riesigen Nervenfasern der Anneliden erfahren haben, mag in Erinnerung gebracht sein, dass hier beim Flusskrebs schon REMAK daran dachte, es möchte sich um eigenthümliche, nicht wesentlich

---

1) REMAK, Archiv f. Anat. u. Phys. 1843.

2) Histologie S. 60, Fig. 33, a.

zum Nervensystem gehörige Gebilde handeln. Jedoch setzt er gleich bei: „diese Hypothese hat indessen zu wenig für sich“.

Die Kerne im Gerüstwerk der Nerven sind gross, von der Fläche gesehen länglich rund, im optischen Schnitt sehr schmal, sie sind also stark scheibenförmig zusammengedrückt und besitzen die innere Netzbildung. Aussen an den Stämmen und Aesten der Nerven finden sich, wohl zum lockeren Bindegewebe gehörig, grosse rundliche Zellen mit tropfigem Inhalt, der sich in Pikrinsäure stark gelb färbt. Sie dürfen wohl den Fettkörperzellen beigerechnet werden; die Inhaltsmassen scheinen eine bestimmte Form zu haben und sind jedenfalls nicht einfach rundliche Ballen. Das auch hier im Kern befindliche Netz zeigt in seinen dicklichen Partien deutliche Querstreifung.

§ 80.

Was die Abtheilung der Insecten anbelangt, so möchte ich zuerst eines Verhaltens der Riesenfasern gedenken, welches mir bei der früheren Zergliederung eines Männchen vom kleinen Nachtpfauenauge, *Saturnia carpini*, gelegentlich aufstiess. Die vom Bauchmark kommenden Nerven zeigten Riesenfasern, welche in eigenthümlichen Linien verliefen. In einem Nerven, welcher ausser den gewöhnlichen faserigen Zügen zwei der hellen Röhren besass, zogen die letzteren wie umeinander gedreht dahin; in einem anderen Nerven, der neben den gewöhnlichen Fasern nur eine einzige solche Röhre einschloss, verlief diese, den übrigen Faserbündel umspinnend, in engen Schraubenwindungen eine ganze Strecke weit. Sollte etwa eine solche Anordnung vergleichbar sein dem spiraligen Zug gewisser aus Ganglienkugeln der Wirbelthiere entspringender Nervenfasern? Uebrigens handelt es sich nicht um eine bei Lepidopteren allgemeinere Erscheinung, denn der zumeist sich darbietende Verlauf der „Röhren“ auch in dieser Insectengruppe ist der geradlinige.

Mit Rücksicht auf jene Punkte im Bau der Nerven, welche schon oben bei den Hirudineen hervorgehoben worden waren, habe ich jetzt hauptsächlich die Nerven von *Carabus auratus* und *Dytiscus marginalis* (Taf. V, Fig. 109, Fig. 110, Fig. 111) geprüft. Bei ersterem Coleopteren nehmen sich die „hellen, breiten, anscheinend röhrigen Elemente“, wie ich sie früher nannte, thatsächlich im Leben ganz wie Röhren aus, gefüllt mit hellem Inhalt und das

röhrige Wesen wird auch dadurch angedeutet, dass vom Rande her eine Spur jenes röthlichen Schimmers sichtbar ist, wie er z. B. an den contractilen Blasen der Infusorien auftritt. Die homogene Inhaltsmasse steht nach ihren physikalischen Eigenschaften entschieden dem Flüssigen näher als dem Festen. Beginnt das Absterben der Nerven, so tauchen wieder Bilder auf, welche zu der Ansicht hinleiten, dass einspringende Scheidewände zugegen seien.

In der vorquellenden Substanz, nachdem sie sich körnig getrübt hat, gehen von den „Körnchen" bei hoher Vergrösserung Spitzen, Zacken und selbst zarteste verbindende Fädchen weg. Dieses feinste Netzwesen mit Knotenpunkten möchte ich aber nicht dem im Bisherigen erörterten Gerüstwerk vergleichen, sondern ich wäre geneigt, darin ein Homologon des „innern Faserbündels" zu erblicken, welches in den entsprechenden Nervenfasern des Flusskrebses ebenfalls aus Körnchen, Krümelchen und Stiftchen besteht. Noch sei bemerkt, dass die Balken oder vielmehr Blätter des grossen oder eigentlichen Fachwerkes sehr weit auseinander stehen können. Man sucht mitunter auf weite Strecken vergeblich nach einspringenden Bildungen, vielmehr zeigt sich der ganze Inhalt hell und homogen; dann kommt plötzlich eine Zeichnung, die auf fächeriges Wesen deutet. Es liesse sich zur Erklärung annehmen, dass die Lichtbrechung der Bälkchen zu gering ist, um sie von der eingeschlossenen hellen Materie allerorts abzuheben. Das blasige Aussehen, welches im absterbenden Nerven auftritt, mag wohl aus dem Bau, wie er im Voranstehenden hingestellt wurde, sich erklären lassen.

Wenn ich das, was ich an den Nerven des *Dytiscus* sah, zusammenfasse, so möchte zu sagen sein, dass die breiten, hellen, röhrenartigen Nervenfasern begrenzt werden durch ihre Marklinie. Was nach aussen folgt, gehört einem Fachwerk an, dessen Längszüge von weicherem Aussehen sich an die Marklinie anschliessen. Ein von den Längszügen abgehendes Maschennetz wird erst im Tode des Nerven und durch Reagentien sichtbar. Durch die Anwesenheit des Fachwerkes erzeugen sich in den breiten Nervenfasern, wenn die Veränderungen in der Nervensubstanz begonnen haben, auch grössere Scheidewände und Einschnürungen.

Besonders günstig erweisen sich auch die Nerven von *Geophilus electricus* (Taf. V, Fig. 107), um das Faser- und Netzwerk sich vor die Augen zu bringen. Im Nerven des genannten Myrio-

poden sind die Abgrenzungen deutliche Längsstreifen mit zackigem Rand, wodurch die Anfänge eines Maschengewebes angelegt sind zur Aufnahme der hellen homogenen Nervenmatérie. Das Ganze erinnert lebhaft an das Fächer- und Netzwerk, welches ich aus der Zellsubstanz der Sericterien einer Raupe versinnlicht habe[1]).

In Betrachtung und Abwägung der feineren Structurverhältnisse mag man zur Anschauung sich hingezogen fühlen, dass von den Centraltheilen her die helle homogene eigentliche Nervensubstanz sich den Weg durch ein Gerüstwerk gebahnt habe, das alsdann selber wesentlich zum Bilde der „Nervenfaser" beiträgt. Ueberlegt man jedoch, dass wie unten bei Wirbelthieren zur Sprache gebracht wird, die Ganglienkugeln und die Matrixzellen des Neurilemmas durch Ausläufer sich verbinden, so darf Solches auch zur Annahme führen, dass nicht ausschliesslich vom Centrum her, vom Hyaloplasma oder der Zwischenmaterie der Ganglienkugeln die Nervensubstanz geliefert werden müsse, sondern auch an Ort und Stelle der entstehenden Nervenfaser von jenen Zellen, welche Matrixzellen der neurilemmatischen Scheide sind.

So lange die Nervenmaterie von gleichmässig hellem Aussehen bleibt, wie das in den schmäleren Nervenfasern der Fall ist, so machen sich an den Längsstreifen bereits im frischen Zustande die Querzacken und Bälkchen deutlich. Nerven der Insecten dieser Art erinnern im Gesammtbild am meisten an die Elemente des Nervus olfactorius der Wirbelthiere. Hat sich aber die Rinde der Nervensubstanz zu der Markschicht gesondert und damit der Nervenfaser die scharfe dunkle Randlinie gegeben, so ist erst auf Umwegen die Anwesenheit des Schwammgefüges aufzeigbar. Solche Nervenfasern haben grosse Aehnlichkeit mit den entsprechenden dunkelrandigen Elementen der Wirbelthiere angenommen; auch kann durch passende Härtungsmittel die Nervensubstanz — nach einwärts vom Mark — das körnig-streifige Aussehen des „Achsencylinders" der Wirbelthiere annehmen.

Erwähnt mag noch werden, dass luftleer gewordene feine Tracheen, welche als lange ungetheilte Fäden auftreten, das Bild von Achsencylindern vorspiegeln können, namentlich an Nerven, welche in der Mischung von Chrom-Essigsäure gelegen waren.

---

1) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, 1883, Fig. 49, Taf. 5.

Hat man freilich die eigentlichen Achsencylinder kennen gelernt, welche breiter sind, dabei platt und von rauhem zackigem Rand, so ist man in den Stand gesetzt, die beiden verschiedenen Bildungen auseinander zu halten. (Vergl. Taf. V, Fig. 109.)

Unter den vorhandenen Arbeiten über das Nervensystem wirbelloser Thiere finde ich nur in der Abhandlung von HANS SCHULTZE[1]) Angaben, welche einen Theil meiner Auseinandersetzungen streifen. Unser Beobachter, welcher offenbar scharf auf den Gegenstand eindringt, findet nämlich, dass die letzte Structureinheit bei Schnecken, Muscheln, Würmern die „Primitivfibrille" sei, sowohl in der Nervenzelle als in der Nervenfaser. Daneben aber, und dies verdient besonders hervorgehoben zu werden, unterscheidet er noch „eine die Fibrillen umgebende zähflüssige Substanz"; und an einer andern Stelle bemerkt er, dass die „interfibrilläre, myelinähnliche Substanz" sich bei Muscheln durch Osmium schwarz färbe. Obschon nun H. SCHULTZE nicht die Thatsachen deutet wie ich, bleibe ich doch bei meiner oben gegebenen Auslegung: die „Fibrillen" sind Gerüstbildungen und Umwandlungen des Spongioplasma, die „interfibrilläre Substanz" ist die eigentliche Nervenmaterie und Fortsetzung des Hyaloplasma.

§ 81.

Punktsubstanz. — Die Darstellung, welche ich früher[2]) über die Weise des Zusammenhanges zwischen Ganglienkugeln und Nervenfasern gab, halte ich auch jetzt noch durchaus aufrecht, insbesondere auch Dasjenige, was ich über die im Gehirn und den Bauchganglien gleichsam dazwischen geschobene Molecularmasse ausgesagt habe. Ich bezeichnete dieselbe wegen des Aussehens im Allgemeinen als Punktsubstanz und gab ausdrücklich an, dass sie von „netz- oder geflechtartig gestricktem Charakter" sei; sie

1) HANS SCHULTZE, Die fibrilläre Structur der Nervenelemente bei Wirbellosen, Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XVI, 1879.

2) Bau des thierischen Körpers, 1864, z. B. S. 89, S. 226. — Dass die gleichen Verhältnisse auch im Gehirn einheimischer Mollusken bestehen, habe ich längst dargethan (Zur Anatomie und Physiologie der Lungenschnecken, Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. I, S. 46). Auch möchte ich mit Bezug auf gewisse Auslassungen Anderer bemerken, dass ich bereits im Jahre 1857 in den Nervencentren von Wirbellosen die Punktsubstanz unterschieden habe (Histologie S. 60).

nehme die Mitte der Ganglien ein, die Ganglienkugeln richteten die Stiele gegen gedachte Partie, um ihre fibrilläre Materie ihr beizumengen und aus diesen centralen Heerden von Punktmasse gehe die einfach streifige Substanz der peripherischen Nerven hervor. Wie das letztere geschehe, habe ich mit den zu Gebote stehenden Hülfsmitteln und den vorangegangenen Erfahrungen jetzt näher zu bestimmen vermocht.

Sowohl an frischen, als auch an Härtungspräparaten ist das protoplasmatische Netz- oder richtiger Schwammwerk deutlich zu sehen und so viel mich die vergleichende Beobachtung bei Insecten aus verschiedenen Ordnungen gelehrt hat, sind die Maschenräume so ziemlich von gleichem Durchmesser; das Netz ist überall eng und dicht [1]). Wo nun Nervenursprünge gesetzt sind, ordnet sich das Balkenwerk zu Längsstreifen, die zwischen sich die homogene Grundsubstanz ebenso aufnehmen, als es in dem sich durchkreuzenden Maschenwerk geschehen war. Feinste Zäckchen an den Streifen weisen dabei immer noch darauf hin, dass das Fachwerk, welches jetzt die eigentliche Nervensubstanz aufgenommen hat, einfach Fortsetzung und Umbildung des schwammigen Protoplasma ist. (Taf. VI, Fig. 132.)

§ 82.

Nervenfasern der Wirbelthiere. — Im Hinblick auf die Nerven der Wirbelthiere musste nach dem, was im Vorstehenden mitgetheilt wurde, die Frage aufgeworfen werden, ob auch hier die eigentliche Substanz des Nerven, also Achsencylinder und Mark, noch von einem einspringenden Fachwerk durchsetzt sein können.

An frischen Nerven von *Rana*, *Hyla* und anderen Amphibien gelingt es nicht etwas dem Aehnliches zu erblicken: das Innere erscheint auch mit den jetzigen Linsen untersucht rein und hell, von gallertiger Consistenz, zwischen Festem und Flüssigem stehend. Beim allmähligen Absterben zeigt dieser sogenannte Achsencylinder die bekannte feine Längsstreifung, die sich nicht bis zum Marke erstreckt, sondern zwischen dem streifigen Achsenzuge und dem dunkeln Mark bleibt deutlich eine homogene Zone bestehen, welche wahrscheinlich den Anfang der Markbildung bezeichnet. Das

---

1) Die Ballen der Riechlappen haben ebenfalls dieses schwammignetzige Gefüge.

„Streifige“, was in ihm auftreten kann, ist wohl wie in den Riesenfasern der Würmer und Arthropoden als nachträgliche Erscheinung anzusehen [1]).

Etwas anders stellt sich das Aussehen von Querschnitten an solchen Nerven dar, welche in Chromsäure gehärtet worden waren (Taf. V, Fig. 118). Zunächst möchte zu bemerken sein, dass man nach dem sich jetzt darbietenden Bilde eher von Nervenröhren als von Nervenfasern sprechen möchte: man erblickt eigentlich ein System von Hohlgängen, gefüllt mit heller Substanz, welche in eine dunkle Randschicht übergeht. Die Inhaltsmasse erscheint durchbrochen von Linien, welche grossentheils, wie man sie bisher auch allgemein gedeutet hat, durch Gerinnungsvorgänge des Markes entstanden sind. Aber ich meine wahrzunehmen, dass ausser diesen noch andere Zeichnungen vorhanden seien, welche durch Blässe und Zartheit an das Fachwerk in den breiten Nervenröhren der Arthropoden gemahnen. Auch an Längsansichten kommen uns Zweifel, ob es richtig sei, sämmtliche vom Rande hereindringende Streifen dem durch das Reagens veränderten Mark zuzuschreiben und ob nicht auch hier ausser und zwischen diesen noch einzelne Bälkchen eines, wenn auch nur in Spuren vorhandenen, Maschengerüstes zu unterscheiden seien.

Letztberührte Annahme könnte auch in Betracht kommen zur Erklärung der in neuerer Zeit so vielfach besprochenen Einschnürungen der Nervenfasern (Taf. V, Fig. 119). Das Aussehen ist hierbei, insoweit ich der Sache nachgegangen bin, bald so, wie wenn es sich um einfache Einkerbung handele, dann sieht man auch wieder die Form einer tiefen Einbuchtung und zwar von rechts und links gleich gross und in derselben Höhe. Ein andermal gehen die Linien auf eine wirkliche Einstülpung und alsdann erscheint der aufnehmende Theil wie nach aussen vorgequollen. In der Zahl solcher Einschnürungen sowie der Entfernung, in welcher sie sich folgen, herrscht grosser Wechsel. Je dicker die Faser

1) Riesige Nervenfasern, denen der Wirbellosen verwandt, scheinen auch bei manchen Fischen vorzukommen. Schon ältere Angaben von Stannius und Reichert über Nervenfasern von *Petromyzon* lassen dies annehmen. Die gedachten Elemente seien glashell, scharf conturirt, beträchtlich, ja zum Theil enorm breit und verschmälern sich dann allmählig. Auch an das, was vor Kurzem Ussow über riesige Nervenfasern im Rückenmark anderer Fische mitgetheilt hat (Archiv de Biologie, 1882, III) möchte hier zu erinnern sein.

ist, um so schärfer hebt sich die Eigenthümlichkeit hervor. Ich weiss mir die Manchfaltigkeit dessen, was man sieht, nicht anders zurecht zu legen, als indem ich dafür halte, dass eine Art einspringende Scheidewand an solchen Stellen besteht, um welche sich das Mark herumbiegt; das einzelne Septum würde nur eine Strecke weit in's Innere vordringen. Ich möchte ferner die Vorstellung hegen, dass bei fraglicher Bildung das im Vorigen besprochene Fachwerk und das Auftreten des Markes beim Zustandekommen der Einschnürungen im Spiele sind. So lange bloss die Achsensubstanz im Nerven zugegen ist, mag das Netzwerk in grösserer Ausdehnung vorhanden sein; hat sich sodann ein Theil der Achsensubstanz zum Marke umgewandelt, so geschieht Rückbildung des Balkenwesens bis auf die eingeschnürte Stelle.

Für die vermuthliche Anwesenheit einer Netzbildung in den markhaltigen Fasern redet auch das, was unten bezüglich der marklosen Elemente der Riechnerven gelegentlich des „Ueberganges in die Sinneszellen“ mitzutheilen sein wird.

Zu erwägen möchte ferner sein, dass das Verhältniss der bipolaren Ganglienkugeln, z. B. in den Spinalganglien, doch ebenfalls für die Gegenwart einer Art von Fachwerk innerhalb der abgehenden Nerven spricht. Ich habe seiner Zeit hervorgehoben, dass bei bipolaren Ganglienkugeln der Achsencylinder und das Protoplasma continuirlich ineinander übergehen [1]). Die den Kern umgebende Substanz sei als ein angeschwollener Achsencylinder aufzufassen. Nun besteht aber, wie wir gegenwärtig wissen, auch das Protoplasma der Ganglienkugel aus dem Fachgerüste und der darin enthaltenen homogenen Substanz und es hat einige Wahrscheinlichkeit für sich, dass ersteres in den abgehenden Nerven hinein sich verliert. Bei dem vorhin angedeuteten Zusammenhang zwischen Ganglienkugeln und Matrixzellen des Neurilemmas, das heisst Bindegewebszellen, könnte in solchem Ursprung des Gerüstes nichts Auffallendes gefunden werden. Es bleibt eben immer das Spongioplasma die Quelle, von welcher das Gerüstwerk herkommt.

Petrone hat eine Anzahl von Abbildungen veröffentlicht über die elementare Beschaffenheit sich wieder erzeugender Nerven, die auch im Hinblick auf die hier verhandelte Frage Beachtung

1) z. B. Bau des thierischen Körpers, S. 92.

verdienen. Ich meine nämlich aus denselben auf die Anwesenheit eines Netzwerkes in den Primitivfasern schliessen zu dürfen[1]), indem ich mir die Erscheinungen so deute, dass aus den rundlichen und spindelig ausgezogenen Zellen die Längszüge des Gerüstwerkes werden und ebenso ihre queren Verbindungen; dazwischen würde sich die Nervensubstanz abscheiden.

Weniger getraue ich mir zu sagen, ob die Stützsubstanz, welche KÜHNE und EWALD für das Mark beschreiben, unter der Bezeichnung „Hornscheiden", etwas dem von mir Erörterten Aehnliches ist[2]). Die Mittheilungen sprechen mehr gegen als für eine solche Annahme.

§ 83.

Nervencentren der Wirbelthiere. — Von besonderer Bedeutung schien es mir auch von Neuem darüber nachzuforschen, in welcher Art und Weise bei Wirbelthieren die Nerven in den Centraltheilen entspringen[3]).

---

1) ANGELO PETRONE, Contribuzione alla rigenerazione dei nervi, Napoli 1878. Insbesondere ist es Figur 22 auf Tafel II, welche zu der ausgesprochenen Ansicht zu berechtigen scheint.

2) KÜHNE und EWALD im Centralblatt f. d. med. Wiss. 1877.

3) An dieser Stelle gestatte ich mir einige Bemerkungen über die Zirbeldrüse des Gehirns der Wirbelthiere anzuschliessen, obschon sie nur in entferntem Zusammenhang mit den obigen Ausführungen stehen.

Bei den Studien über die einheimischen Eidechsen (Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, 1872) lernte ich ein eigenthümliches Gebilde kennen, welches der Scheitelgegend angehörig „einen näheren Bezug zum Gehirn" zu haben schien: einen Körper, der lebhaft schwarz gefärbt ist, zu einer Zeit, in welcher der Embryo mit Ausnahme des Augenschwarzes noch ganz pigmentlos sich zeigt. Das Organ konnte nicht für die embryonale Zirbel erklärt werden, da diese erst darunter liegt. Ich gab in's Einzelne gehende Mittheilungen über Lage und Bau bei *Lacerta* und *Anguis* und sprach schliesslich die Vermuthung aus, dass die Bildung der „Stirndrüse" der Batrachier zu vergleichen sein möge. Letztere hatte ich einige Jahre vorher gewissen Sinnesorganen angereiht (Nov. act. acad. Leop. Carol. 1868). Auch wurde von mir darauf hingewiesen, dass das Loch im Scheitelbein fossiler Saurier wohl ebenfalls die Bestimmung gehabt haben möge, ein solches Organ an dieser Stelle aufzunehmen. Schon dazumal schwebte mir der Gedanke vor, dass das embryonale Organ eine etwelche Aehnlichkeit mit einem Stirn- oder

Schon früher war ich über diesen Punkt soweit gekommen, um aussprechen zu können, es möchten auch bei Wirbelthieren im Gehirn und Rückenmark dieselben Beziehungen stattfinden, wie sie in der Punktsubstanz der Ganglien bei Wirbellosen sich zugegen zeigen [1]). Die Fortsätze der Ganglienkugeln gehen dort nicht unmittelbar in Nervenfasern über, sondern nachdem sie sich in fibrilläre Punktmasse aufgelöst haben, verschmelzen sie mit der molecularen grauen Substanz. Daneben käme es aber auch so gut wie bei Wirbellosen vor, dass einzelne Fortsätze von Ganglienkugeln sich sofort zum Achsencylinder markhaltiger Nervenfasern gestalten [2]).

Nebenauge habe, ich enthielt mich aber aus begreiflichen Gründen dieses auszusprechen.

Neun Jahre später jedoch (Die augenähnlichen Organe der Fische, 1881, S. 79) konnte ich doch nicht umhin, bei einem Fisch die Stirndrüse oder Epiphyse des Gehirns einem „Nebenauge“ in gewissem Sinne zu vergleichen.

Bald darauf im Jahre 1882 sprachen Rabl - Rückhard und Ahlborn, gestützt auf Untersuchungen über die Anatomie des Fischgehirns, die Vermuthung aus, dass die Glandula pinealis der Wirbelthiere als Rudiment einer unpaaren Augenanlage anzusehen sei. Bezüglich der Eidechsen hat unterdessen Strahl (Sitzungsber. d. Gesellsch. d. Naturwiss. in Marburg, 1884) den Nachweis geführt, dass das von mir beschriebene Gebilde ursprünglich ein Theil der Zirbeldrüse ist, sich aber schon in sehr früher Zeit der Entwicklung davon abschnürt und dann als „isolirtes Stück“ der Glandula pinealis in das Schädeldach zu liegen kommt.

Jüngst endlich ist Rabl-Rückhard (Biologisches Centralblatt 1884) noch einmal auf den Gegenstand zurückgekommen und hat dabei auch hypothetisch geäussert, dass bei fossilen Sauriern der Vorzeit das hier wohl mehr entwickelte Gebilde vielleicht eher die Leistung eines Organs des Wärmesinnes hatte und weniger als Sehorgan diente.

1) Bau des thierischen Körpers, z. B. S. 89.

2) Wie man das Entspringen einer Nervenfaser aus dem Kern der Ganglienkugel nehmen soll, ist immer noch eine unklare Sache. Dass solche Fälle vorkommen, erleidet wohl keinen Zweifel, wenn man die älteren Angaben z. B. von Lieberkühn und Wagener (Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. VIII, 1858), dann die von Mauthner (Denkschrift. d. Akad. d. Wiss. in Wien 1862) vergleicht; auch aus neuerer Zeit liegen derartige Beobachtungen vor, so z. B. von Hans Schultze (Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XVI, 1879) und mir (Untersuchungen z. Anat. u. Hist. d. Thiere, 1883, S. 99). Aber das seltene Auftreten der Erscheinung gestattet noch nicht, sie in die Reihe der regelmässigen Bildungen aufzunehmen.

Alle diese Angaben muss ich auch jetzt noch für richtig ansehen und fühle mich im Stande, denselben eine bestimmtere Fassung zu geben. Ich lasse zuerst die eigenen Beobachtungen folgen in der Reihe, wie ich sie an der grauen Substanz des Gehirns und Rückenmarks mehrerer Wirbelthiere gemacht habe.

Ich begann mit *Hyla*, allwo die graue Substanz des Gehirns, welche im frischen Zustande, abgesehen von den eingebetteten Kernen und Ganglienkugeln, wie feinkörnig sich ausnimmt, bei stärkeren Linsen sich deutlich als ein Schwamm- oder Netzwerk darstellt. Dabei weist sie eine gewisse kleinfleckige Beschaffenheit auf, was eben davon herrührt, dass eine opakere Substanz — das Bälkchenwesen — feinste Hohlgänge zwischen sich hat, in welche die hyaline Substanz aufgenommen ist. Die gleiche Sonderung in dichtes engmaschiges Gerüst und helle Materie dazwischen lässt sich zum Theil noch deutlicher an Thieren, welche in Chromsäure gehärtet wurden, aufzeigen. Das Schwammwerk grenzt ferner auch grössere Höhlungen ab zur Aufnahme von Ganglienkugeln oder nur eines Kerns. Die Zacken des Kerns verlängern sich in Strahlen, welche in das die Lichtung umsäumende Schwammnetz übergehen.

Wesentlich die gleichen Verhältnisse bietet dar die graue Substanz des Rückenmarkes der Larve von *Salamandra*. Das netzig-knotige Schwammwerk, welches die Hauptmasse bildet, erzeugt wieder Hohlräume zur Aufnahme von Kernen. Letztere sind nicht bloss verschieden nach der Grösse, sondern auch nach innerer Beschaffenheit: in den einen ist das Netz so blass und zart, dass der Kern wie feinkörnig aussieht, in andern zeigt es sich scharfrandig, grobmaschig und glänzend mit zahlreichen dicken Knotenpunkten, so dass der Kern fast wie mit Klümpchen gefüllt erscheint; in andern nehmen die Hauptbalken des Netzes eine entschiedene Querrichtung an. Dann sieht man auch Kerne, deren einzigen Nucleolus ein von Strahlen durchsetzter bald sehr schmaler, dann auch wieder umfänglicher Hohlraum umgibt.

Ein bereits todter, aber noch ganz frischer Nestvogel der Amsel, *Turdus merula*, in eine Mischung von Chrom-Essigsäure gelegt, gab sehr deutliche Bilder über die rundlichen Hohlräume, welche das Schwammwerk der grauen Substanz des Gehirns absteckt zur Aufnahme von Kernen und Ganglienkugeln (Taf. VI, Fig. 120). Und was die letzteren anbelangt, so zog um deren Kern abermals ein lichter Raum, durchsetzt von Strahlen, welche

vom Rande des Kerns abgehen und von da in das Netzwesen der Zellsubstanz der Ganglienkugeln übertreten. Endlich vom Rande des Ganglienkörpers weg strahlen wieder Verbindungsfäden zu dem Netzwerk, welches die gedachte grössere Höhlung abgrenzt. Beachtenswerth ist ferner, dass die Blutcapillaren der grauen Substanz von keinem besonderen Bindegewebe getragen werden, vielmehr geht das protoplasmatische Netz unmittelbar in die Haut des Blutgefässes über.

Aus den bisher vorgelegten Beobachtungen erhellt, dass die „Punktmasse" der grauen Substanz eigentlich das zusammengeflossene Netzwerk vieler Zellen ist, deren Kerne innerhalb lichter Höhlungen des Schwammwerkes liegen. Zu dieser Auffassung führt uns auch die Untersuchung der Rinde des Grosshirns der neugeborenen Katze, wo genau und regelmässig dieselben Einzelheiten wiederkehren (Taf. VI, Fig. 121, Fig. 122). Unter Anderm sind die Kerne auch hier durch strahlige Ausläufer mit dem umgebenden Netzwerk verbunden. Nimmt man es mit dem morphologischen Wesen des Schwammwerkes recht genau, so unterscheiden wir zunächst wie immer dunkle Pünktchen und helle Stellen dazwischen, sodann aber vermögen wir uns weiter klar zu machen, dass die ersteren Verdickungen oder Knotenpunkte sind, die durch Spitzen und Fädchen sich in Verbindung setzen.

In der grauen Substanz des Rückenmarkes desselben und mit gleichem Reagens behandelten Thieres kam ausser den mehrfach erwähnten Structuren noch besonders schön und klar ein System grösserer Lücken zur Ansicht, von welchem das protoplasmatische Netzwerk durchbrochen wird (Taf. VI, Fig. 125). Feine Schnitte, welche von allem Druck bewahrt bleiben, zeigen einmal die rundlichen Lücken, welche zur Aufnahme von je einer Ganglienkugel dienen, wobei sich der Umfang der Höhlung nach der verschiedenen Grösse der Ganglienkugel zu richten hat [1]). Ferner kommen auch andere Lücken in Sicht, welche verzweigt sind und

---

1) Die Hohlräume, in welchen die Ganglienkugeln liegen, sind schon lange und vielleicht zuerst von Goll (Beiträge zur feineren Anatomie des menschlichen Rückenmarks, Zürich 1860) gesehen und gezeichnet worden. Doch hegt der Genannte die Meinung, dass sie durch künstliche Schrumpfung entstanden seien. Der verbindenden Fäden, welche den Hohlraum durchspannen, wird nicht gedacht.

perivasculäre Räume vorstellen. Alle diese Höhlungen und Hohlgänge sind nirgends hautartig abgeschlossen, sondern immer nur durch die Grenzzone des Bälkchenwerkes, und eben desshalb stehen auch die feinen Maschenräume im protoplasmatischen Netz und diese weiten Lücken ununterbrochen in offener Verbindung. Auch gibt es Räume geringeren Umfanges, welche die Mitte halten zwischen den grossen Höhlungen und den feinen Lücken und ebenfalls nur helle Zwischensubstanz oder Flüssigkeit enthalten.

Im Hinblick auf die Ganglienkugeln in den rundlichen Höhlungen, insofern sie zu den grösseren gehören, fällt abermals die Lichtung auf, welche um den Kern herumgeht und von Strahlen, die selbst wieder ästig und netzig getheilt sind, durchsetzt wird, und ebenso zieht um den Nucleolus in Wiederholung des Vorigen ein klarer Hohlraum, durch den von Neuem Fäden ausstrahlen, welche sich mit dem Schwammwerk verbinden.

Fassen wir Alles zusammen, so ergibt sich die bedeutsame Thatsache, dass ein ununterbrochenes System von Hohlgängen, das bis in's Feinste sich auflöst, von aussen her bis in's Innerste, bis zur Substanz des Nucleolus, dringt. Der Inhalt ist eine helle, dem Flüssigen nahestehende oder wohl selbst rein flüssige Materie.

Wichtig ist ferner, was von Neuem hier überzeugend gesehen wird, dass wenn Blutgefässe in den Hohlgängen hinziehen, dieselben Fädchen der protoplasmatischen Substanz, welche von der Ganglienkugel weg in's allgemeine Schwammwerk übergehen, auch mit der Wand der Blutgefässe sich verbinden, gleichviel, ob letztere feine Capillaren oder grössere Gefässe sind.

§ 84.

Zur Beantwortung der Frage, in welcher Weise die Nervenelemente aus der grauen Substanz hervorgehen, habe ich die Rinde des Grosshirns vielfach untersucht und bin dabei zu den Auffassungen zurückgeführt worden, wie sie im Voraufgeschickten bereits hingestellt wurden.

Verfolgt man nämlich die Nervenfasern rückwärts, so verlieren sie sich, fein und blass geworden, in's protoplasmatische Netzgefüge und die an solchen Stellen sich ergebenden Bilder liessen kaum eine andere Deutung zu als die, dass die Bälkchen des Schwammwerkes sich gewissermassen zu Strassenlinien ordneten. Sie formen Reihen und Gänge dadurch, dass die einfache oder

nach allen Seiten netzige Bildung eine netzig-längsstreifige wird. Die in den Maschenräumen enthaltene helle Substanz wird in die entstandenen Gänge fortgeführt und indem sie eine etwelche festere Natur annimmt, wird sie zu dem, was man Achsencylinder nennt und weiterhin entsteht durch Sonderung der Rinde des Achsencylinders das Mark. Infolge hiervon tritt jetzt die dunkle Randlinie auf, welche zur Begleitung oder Umhüllung eine Fortsetzung des protoplasmatischen Netzes beibehält. (Vergl. Taf. VI, Fig. 121, Fig. 122, Fig. 130.)

Ziehen wir daher die weisse Substanz aus der Rinde des Grosshirns zum Vergleiche heran, so findet sich, dass zwischen den deutlich dunkelrandigen Nervenfasern das erwähnte Netzwerk keineswegs fehlt, sondern die Ansichten der längs- und quergetroffenen Nervenfasern lehren von Neuem, dass eben das protoplasmatische Netzwerk Hohlgänge erzeugt hat zur Aufnahme der Substanz des Achsencylinders und des Markes.

Der andere Fall von Nervenursprüngen betrifft das Hervorgehen von Nervenfasern unmittelbar aus einer einzigen Ganglienkugel. Dergleichen grosse Ganglienkörper als Ursprungsstätten von Nervenfasern habe ich besonders aus der Halsanschwellung des Rückenmarkes vor mir gehabt (Taf. VI, Fig. 123). Die Ganglienzelle, welche alle im Obigen aufgeführten Eigenschaften theilt — Lichtung um den Kern, Höhlung um den Zellkörper, beidemal durchsetzt von Strahlen — gibt einen dicken Fortsatz ab, in welchem sich dieselbe Art der Umformung des protoplasmatischen Netzes vollzieht, wie sie vorhin bezüglich der schwammigen Substanz hingestellt wurde. Das im Ganglienkörper einfache Netzwesen des Protoplasma ordnet sich zu einer Umhüllung der austretenden homogenen Materie, die jetzt zum Achsencylinder geworden ist.

Ungleich häufiger freilich bleibt die Erscheinung, dass auch breite Ausläufer einer grösseren Ganglienkugel in das umgebende Reticulum sich auflösen, wie solches bereits auch Andere gesehen haben [1]).

---

1) Z. B. J. Lockart Clarke, Researches on the developement of the spinal cord. Phil. Transact. 1862. — Eine ganze Anzahl von Beobachtern geben bildliche Darstellungen von Ganglienzellen aus dem Gehirn und Rückenmark, welche sich durch ihre Ausläufer unmittelbar verbinden. So z. B. Ecker (nach R. Wagner) in den Icones physiol. 1851—1859, Taf. XIV, Fig. VI,

§ 85.

In der grauen Substanz kommt ferner noch eine Sorte von Fasern zur Beobachtung, welche man Stützfasern im engeren Sinne nennen möchte. Sie gehen in strahliger Richtung durch's Rückenmark, sind daher sehr lang, haben verglichen mit den Elementen des weichen feinen Netzes, etwas Starres, Festeres an sich; ihr Rand ist rauh durch Ansatzpunkte des umgebenden Netzwesens. Nach der Widerstandskraft gegen Reagentien nähern sie sich elastischen Fasern. Da sie das ganze Rückenmark durchdringen, finden sie sich auch in den weissen Partien, wo sie noch derber sind. Der Ursprung dieser Fasern leitet sich her von den Zellen, welche epithelartig den Kanal im Rückenmark auskleiden. Die Zellen verlängern sich einwärts in einen langen fadigen Fortsatz, dessen weithin sich erstreckende Verlängerung die gedachten Radialfasern sind [1]).

Weiterhin sind bindegewebiger Natur geflechtartig verlaufende streifige Züge, welche um den Rückenmarkskanal herumgehen und entsprechend der vorderen und hinteren Rückenmarksspalte dort am massigsten sind. Die herkömmliche Bezeichnung Substantia gelatinosa scheint passend gewählt, denn es möchten in der That diese Züge, wie das von Andern längst geschehen ist, dem embryonalen Bindegewebe anzureihen sein. Es verliert sich das Flechtwerk nach aussen in die Einfaltung der Pia mater.

Endlich sind noch breitere bindegewebige Züge vorhanden, welche stärkere Blutgefässe nach einwärts leiten. Sie kommen von aussen als Fortsetzungen der Gefässhaut, verschmälern sich ein-

---

Fig. VII, Fig. VIII; John Dean, Microscop. anatomy of the lumbar enlargement of the spinal cord. American Academy of Arts and sciences, 1860; auch Carrière zeichnet solche Anastomosen von grossen Ganglienzellen der Vorderhörner des Rückenmarkes, Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XIV. Andere, wie Gerlach, Kölliker, F. E. Schulze können diesen Zusammenhang grosser Ganglienzellen durch ihre Aeste untereinander nicht finden. Auch mir ist dies Verhalten bisher noch nicht vor die Augen gekommen.

1) Schon vor langer Zeit habe ich im Canstatt'schen Jahresbericht (L. über die Leistungen in der Histologie 1856) erwähnt, dass ich die Ausläufer der Flimmerzellen, welche auch im Gehirn von *Salamandra* die Höhlen auskleiden, sehr tief in die Nervensubstanz sich einsenken sehe. „Die einigermassen isolirten Zellen (nach 24stündiger Behandlung mit sehr verdünnter Lösung von doppelchromsaurem Kali) haben einen solchen langen faserartigen Fortsatz, dass ihr Bild lebhaft an langstielige Vorticellen erinnert."

wärts, bis sie sich zugleich mit den feiner gewordenen Gefässen verlieren. Wenn ohne Gefässe, können sie z. B. in der weissen Substanz als reine Septen auftreten, zur Sonderung der Bündel der Nervenzüge. Die Pia mater selbst ist von schichtstreifiger Beschaffenheit und zeigt theilweise eine elastische Verdichtung ihrer Substanz; am Schnittrande kann sie sich aufblättern.

§ 86.

Die Mittheilungen, wie sie im Vorangegangenen über den Ursprung der Nerven im Gehirn und Rückenmark gegeben wurden, können im Allgemeinen zu der Auffassung hinführen, dass die Bildung der eigentlichen homogenen Nervensubstanz sich vollziehe als ein Vordringen oder Auswachsen von Hyaloplasma in die Räume eines Gerüstwerkes.

Die gleiche Vorstellung lässt sich auch bis zu einem gewissen Punkt festhalten beim näheren Betrachten der Nervenfasern in ihrer letzten Ausbreitung. Hierzu eignet sich z. B. gut der helle Schwanzsaum der Larven von Batrachiern. Geht man hier, etwa an *Triton* oder *Salamandra,* den letzten Ausläufern der Nerven mit gespannter Aufmerksamkeit nach, so wird, indem wir die grossen länglichen Kerne gewissermassen als Wegweiser nehmen, klar, dass fadig aufgereihte Zellen zunächst die Grundlage des späteren Nerven bilden. Weiterhin glaubt man zu erkennen, dass in das Schwammwerk dieser Zellen hinein, vom Centrum, also Rückenmark her, eine halbflüssige Materie vordringt, die anfangs von gleichmässig heller Beschaffenheit ist, dann nach und nach am Rande dunkler wird. Sonach würde sich das Gerüstwerk der Nervenfaser an Ort und Stelle bilden, während die eigentliche Nervensubstanz von den Centren her erst hineinwächst. Aber, wie früher bezüglich der Wirbellosen bemerkt wurde, es lässt sich bei dem Zusammenhang der Ganglienkugeln und der Neurilemmazellen doch die Möglichkeit nicht in Abrede bringen, dass auch das Hyaloplasma der die Umhüllung bildenden Zellen auch hier sich an dem Zustandekommen und der Vermehrung der homogenen Nervensubstanz betheilige.

Nur nebenbei mag noch erwähnt sein, dass die Zellen, welche an genanntem Orte das Gerüstwerk des Nerven bilden, Spuren von dunklem Pigment aufzeigen können, so z. B. im Flossensaum der Larve von *Rana fusca.*

§ 87.

Hyaloplasma und Spongioplasma der Ganglienzellen. — Die Wahrnehmungen über den feineren Bau des Nervengewebes, wie ich sie im Bisherigen vorgelegt habe, sind geeignet, die Ansichten in der Frage, welche Substanz des Protoplasma ist das Lebendige in erster Linie, das Schwammwerk oder die eingeschlossene halbflüssige Materie in dem Sinne zu bestätigen, welchen ich mehrmals ausgesprochen habe.

Für die „Nervenfaser“ gilt nämlich als unbezweifelbar, dass das Enthaltene, das heisst die Achsencylindermasse von höherem physiologischem Werth ist als das Umhüllende. Wenn wir, von der Richtigkeit dieses Satzes überzeugt, die Nervenfasern bis zu ihrer Ursprungsstelle zurückverfolgen, so müssen wir in den Nervencentren nothwendig die Zwischenmaterie im Schwammnetz der Punktsubstanz sowohl der Wirbellosen als auch der grauen Masse der Wirbelthiere für das primum agens halten. Denn diese ist es ja, welche ununterbrochen in die Zwischensubstanz der Ganglienkugeln übergeht. Wir können kaum anders als annehmen, dass der halbflüssige für uns homogene Stoff im Protoplasma — das Hyaloplasma — in seiner Bedeutung höher steht für die Lebenserscheinungen als das Spongioplasma, aus welchem nur das Gerüste und Umhüllende hervorging.

Verfolgen wir diesen Weg der Betrachtung weiter, so kommt aber freilich Etwas in unsern Gesichtskreis, was uns beinahe zur Umkehr von unserer Auffassung veranlassen könnte.

Die genauere im Voranstehenden enthaltene histologische Untersuchung lehrte nämlich, dass die Zwischensubstanz des Schwammwerkes der grauen Substanz nicht bloss mit jener der Ganglienkugeln sich vermischt und für unser Auge in Eins zusammenfällt, sondern es zeigte sich, dass sie auch jenes Lückensystem einnimmt, welches die Blutgefässe umschliesst und die Natur von Lymphräumen hat. Darnach erschiene ja die Lymphe oder die cerebrospinale Flüssigkeit identisch mit flüssiger Nervensubstanz und man würde so, die Schlussfolgerungen fortspinnend, dort ankommen, wo seiner Zeit Sömmering stand, als er den „Sitz der Seele“ in die Flüssigkeit der Ventrikel verlegte, eine Vorstellung, welche bekanntlich schon dazumal starkes Kopfschütteln verursacht hatte.

Aus diesem Stand der Sache geht für mich jedenfalls hervor,

dass wir über alle diese Dinge noch sehr im Unklaren uns befinden. Ist es nicht auch höchst auffallend, dass aus der Reihe der Physiologen die Einen aus ihren Versuchen den Schluss ziehen, es bestünden in der Hirnrinde Centren z. B. für das Sehen, Riechen, Hören, ebenso ein Sprachcentrum, während andere Experimentatoren das Vorhandensein solcher Centren ganz und gar in Abrede stellen. Ich meine, der histologische Bau, wie er oben erörtert wurde, könnte auf dieses Auseinandergehen der Behauptungen ein Streiflicht werfen. Auf Seite beider Parteien mag Richtiges liegen und der Widerspruch weniger scharf sich ausnehmen, wenn wir an das Bewegliche jener Substanz denken, welche letzter Träger der physiologischen Erscheinungen ist.

Noch andere Betrachtungen wie sie oben über das „Leben der Zelle“ ausgeführt wurden [1]), können uns in dem Gedanken bestärken, dass im „Flüssigen“ des Organismus das Erstwirkende enthalten sei. Das Studium niederer Thiere macht uns mit der Thatsache bekannt, dass Verdauung geschehen kann ohne Verdauungskanal, Athmung ohne Athmungsorgane, Kreislauf ohne Herz und Gefässe, sich also Verrichtungen vollziehen, die bei höheren Thieren durch bestimmte Apparate von Organen besorgt werden. Wo anders aber als in dem lebendig Flüssigen kann das Ausgehen und Zurückkehren dieser Vorgänge liegen?

Immer freilich werden wir an der „Schwelle des Wissens“ stehen bleiben, wenn wir das Nervenleben erklären und vielleicht gar in Fragen eintreten wollen, wie Vorstellungen, Empfindung des Ich, Selbstbewusstsein entstehen. Ueber dieses Dunkel wird sich niemals ein Licht verbreiten.

§ 88.

Natur der feinkörnigen Substanz. — Ziehen wir uns von solchen unlösbaren Räthseln auf die rein morphologische Frage zurück, wie die graue feinkörnige Substanz der Nervencentren zu nehmen sei, so finden wir, dass auch diese viel näher liegende Sache in sehr verschiedenem Sinne aufgefasst wird.

Dem einen Histologen ist die fragliche Materie eine nervöse Bildung [2]), dem andern Bindesubstanz, dem dritten eine „Masse

---

1) Seite 41.

2) Schon STILLING hat vor langer Zeit (1855) nicht bloss zuerst das

von indifferenter Stromanatur". Von mancher Seite wird zugegeben, dass die feinkörnige Substanz des Gehirns die Endigung der Plasmafortsätze der Ganglienzellen wenigstens aufnehme. Ein Anderer lässt solches nicht gelten, sondern behauptet, die Masse sei physikalisch und chemisch von den Protoplasmafortsätzen der Ganglienzellen und vom Nervengewebe überhaupt verschieden, sie sei eine „Zwischensubstanz des Nervengewebes".

Jene Partie in den Nervencentren wirbelloser Thiere, welche ich Punktsubstanz nannte und der grauen Masse der Wirbelthiere seit dem Jahre 1857 vergleiche, entsteht durch fortgesetzte Theilung und netzige Auflösung der Fortsätze der Ganglienkugeln, genauer gesagt, ihres Spongioplasma; auch das Schwammwerk der grauen Substanz der Wirbelthiere steht in ununterbrochenem Zusammenhang mit dem Spongioplasma der Ganglienkörper. Auf Grund dieser Thatsachen hätte man das feine Flechtwerk für nervöses Gewebe zu erklären.

Es gibt aber Continuitätsverhältnisse zwischen den Nervenzellen und dem „epithelialen Beleg", der neurilemmatischen Scheide im Bereich der peripherischen Ganglien, welche bisher kaum gewürdigt worden sind und doch zu einer andern Auffassung der grauen Substanz uns hindrängen können.

Bekanntlich sah man zuerst in den gedachten Bildungen bloss die Kerne und glaubte, dass sie in der Substanz der Hülle lägen. Ich war in der Lage zu zeigen, dass diese Kerne zwischen dem Ganglienkörper und seiner Scheide sich befinden, und schloss aus ihrer epithelartigen Gruppirung auf die Anwesenheit eines Zellkörpers, den ich aber dazumal noch nicht zu sehen vermochte. In Anknüpfung an ähnliche besser erkannte Vorkommnisse bei Arthropoden sprach ich von einer Matrix, als deren Abscheidungserzeugniss die homogene Kapsel anzusehen wäre [1].

Bei gegenwärtigen Untersuchungen (Taf. VI, Fig. 126, Fig. 127, Fig. 128) überzeuge ich mich mit Sicherheit von dem Dasein eines zum Kern gehörigen Zellleibes und dass die Begrenzung der niedrigen Zellen epithelartig geschieht. Es lassen sich aber auch die

---

dichte Netzwerk gesehen, sondern dasselbe als ein Netz von „Elementarnervenröhrchen" angesprochen. Auf meine Beurtheilung der Angaben dieses Forschers erlaube ich mir zurückzuverweisen: Histologie S. 52, Anmerkung.

1) Näheres und Nachweise in: Bau des thierischen Körpers, S. 87.

fraglichen Elemente an Zerzupfungspräparaten für sich darstellen, wobei alsdann zum Vorschein kommt, dass die Zellen an ihrer nach aussen gewendeten Fläche zu einer homogenen Randschicht verdichtet sind, welche nach Art einer Cuticula der Matrixzelle aufsitzt. Im optischen Schnitt erscheint das Cuticularplättchen unter dem Bilde eines dunkelrandigen, an elastische Fasern erinnernden Streifens. Die Zellen hier an der Innenfläche des bindegewebigen Fachwerkes eines Ganglion sind, worüber kein Zweifel bestehen kann, gleichzusetzen den andern Zellen im Balkenwerk, welches abermals in seinen festeren homogenen Blättern Erzeugniss der Abscheidung solcher Zellkörper ist. Und es sei nochmals daran erinnert, dass auch an andern Stellen des Körpers die gleiche Art von Zellen — Matrixzellen des Bindegewebes — das Aussehen von Epithel annimmt: z. B. dort, wo sie die Wand der Blutcapillaren erzeugen. Das „Epithelialrohr“, auf welches manche Histologen die Anlage der Blutcapillaren zurückführen, ist in Wirklichkeit gebildet von den Matrixzellen des Bindegewebes [1]).

Löst sich der Ganglienkörper nur etwas von der Kapselwand ab, so tritt eine Erscheinung auf, die in der obschwebenden Frage von grosser Bedeutung ist. In den Hohlraum nämlich, der zwischen dem Ganglienkörper und der Wand entsteht, spannen sich Fäden hin, durch welche sich das Protoplasma der Matrixzellen, genauer deren Spongioplasma, mit dem Schwammwerk der Ganglienzelle verbindet. Dieser Zusammenhang ist bei achtsamem Zusehen mit Sicherheit wahrzunehmen.

In diesem Verhalten der Matrixzellen zu den Ganglienkörpern erkennen wir eine wichtige Uebereinstimmung mit den Zellen des Netzwerkes der grauen Substanz in ihrer Beziehung zu den Ganglienkugeln. Hier im Gehirn und Rückenmark sind die Zellen nicht mehr flächig, nach Art eines Epithels, gelagert und von einander abgesetzt, vielmehr nach allen Richtungen völlig verschmolzen, so dass ihr Spongioplasma ein ununterbrochen zusammenhängendes Netz erzeugt. Und dort wo sie in ihr System von grösseren Hohlräumen die Ganglienkugeln aufnehmen, steht das Netzwerk abermals in ununterbrochenem Zusammenhang mit dem Balkenwerk des Ganglienkörpers.

---

1) Ueber Verwandtes habe ich nähere Mittheilungen gegeben in: Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879, S. 171.

Vorgemeldete Thatsachen sind gewiss darnach angethan, um die Ansicht zu vertheidigen, dass die Zellen, welche das Netzwesen der grauen Substanz bilden, mit den Matrixzellen des Bindegewebes in Eine Reihe gehören. Von diesem Gesichtspunkt aus gehört das Netzwerk der grauen Substanz zum Bindegewebe.

Stellt man sich auf den Standpunkt, zu dem ich durch obige Untersuchungen vorgedrungen zu sein glaube, so verliert die Frage ihre Schärfe und ihre Bedeutung, denn es handelt sich, mag man von Nervengewebe oder von Bindegewebe sprechen, doch immer nur um ein Gerüstwerk — um Spongioplasma —; die höher wirkende Substanz bleibt das, was in den Maschen enthalten ist, die halbflüssige homogene Materie oder das Hyaloplasma [1]).

Für Stützwerk muss ich wie schon oben geschehen, auch die Fasern halten, in welche sich die Cylinderzellen, welche die Höhlen der Nervencentren auskleiden, nach unten ausziehen. Auf den schönen Tafeln des Werkes von Reissner über den Bau des centralen Nervensystems der ungeschwänzten Batrachier [2]) ist gut veranschaulicht, freilich nur bei geringer Vergrösserung, bis zu welcher Länge die Fortsätze dieser „Epithelzellen" der Hirnräume sich ausdehnen. „Der feine Endfaden lässt sich weithin durch die graue Substanz verfolgen." Auch Rabl-Rückhard hebt hervor, dass die Ausläufer dieser Zellen sich „ausserordentlich weit" in's Innere verfolgen lassen. Sie scheinen ihm mit den tieferen „Körner- und Ganglienzellen" in Verbindung zu stehen und er möchte daher in den Zellen, von welchen sie kommen, „eine Art Mittelding zwischen wahren Ganglien- und Epithelzellen, ein Nervenepithel" sehen, da ja die späteren Ganglienzellen Abkömmlinge der ursprünglichen Epithelzellen des Ectoderms sind [3]). So weit

1) Es mag gestattet sein daran zu erinnern, dass ich zur Zeit, als mir der fasrig-netzige Bau der Punktsubstanz noch nicht bekannt geworden war, erwähne (Histologie S. 61), es lasse sich „vielleicht kein wesentlicher Unterschied zwischen solcher extracellulärer Punktsubstanz und der in der Ganglienkugel eingeschlossenen aufrichten", ein Gedanke, welcher mit dem, was oben jetzt zu begründen war, so ziemlich zusammentrifft.

2) Dorpat 1864. Die Tafeln sind von Ivanson gezeichnet.

3) Rabl-Rückhard, Grosshirn der Knochenfische und seine Anhangsgebilde, Archiv f. Anat. u. Phys. 1883. — Die obigen Flimmerzellen sind auch für sich zu sehen in dem Werke von John Dean, The gray substance of the medulla oblongata and trapezium. Smithsonian contributions to knowledge 1863, Pl. XVI, Fig. 45.

ich zu sehen vermag, hängen die Fasern schliesslich mit dem Reticulum der grauen Substanz zusammen und sind demnach nur derbere Züge des stützenden Gewebes.

§ 89.

Endigung der Nerven: a) im Epithel. — Vor vier Jahren, als ich zuletzt darnach forschte, in welcher Art und Weise doch wohl die Verbindung der epithelialen Elemente in den Hautsinnesorganen der Fische mit den Nervenfasern geschehen möge, musste trotz aller aufgewandten Mühe das Bekenntniss abgelegt werden, dass es mir nicht geglückt sei, den unmittelbaren Zusammenhang zwischen den Zellen der besagten Organe und den herantretenden Nervenfasern vor die Augen zu bringen [1]). Nur soviel wurde wahrscheinlich, dass feine heraussstehende, für Achsencylinder zu nehmende Nervenfäserchen in die aufgefranzten Enden der Zellen übertreten mögen.

Mit diesem Verhalten brachte ich auch eine feinkörnige Substanz in Verbindung, welche zuerst von JOBERT [2]) an den betreffenden Organen angezeigt worden war. Mir dünkte, dass die Masse der feinsten Fäserchen, welche durch Auffranzung des nach unten gerichteten Endes der Zellen entstehen, eine anscheinend körnig grümelige Substanz erzeugen können, vielleicht unter Mitwirkung des aus der Papille getretenen Achsencylinders der Nervenfasern.

Zuletzt hat G. RETZIUS in dem bewundernswerthen Werk über das Gehörorgan [3]) die Verbindung der Enden der Hörnerven mit den Haarzellen im Labyrinth nach dem näheren Verhalten beschrieben. Ueberall konnte das Herantreten der Nerven an das Fussende der Haarzellen aufgezeigt werden, wobei dann die Fibrillen der Nervenfasern den Zellkörper umstrickten und weiter an demselben vordrangen. Wenn ich die dazu gehörigen prächtigen Abbildungen durchgehe, so meine ich zu erkennen, dass es sich um gleiche Structuren handelt, wie ich sie jetzt von andern Sinneszellen zu erörtern habe. Ich lege mir die Bilder darnach

---

1) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1876.

2) JOBERT, Études d'anatomie comparée sur les organes du toucher, Ann. d. sc. nat. 1872.

3) GUSTAV RETZIUS, Das Gehörorgan der Wirbelthiere II, Stockholm 1884.

so aus, dass die Fibrillen Gerüstfasern sind und als solche in das Balkenwesen des Zellleibes übergehen, die eigentliche Nervensubstanz aber eine homogene Masse sei, welche mit dem Hyaloplasma der Sinneszelle verschmilzt. Was mich zu solcher Deutung veranlasst, stützt sich auf die Ergebnisse, zu welchen ich zuerst am Riechnerven der Larve von *Salamandra maculosa* gelangt bin.

Verfolgt man hier nämlich an feinen Schnitten, genommen von Thieren, welche in härtende Flüssigkeiten gelegt worden waren, die Endzüge des Riechnerven und fasst dieselben bei hoher Vergrösserung in's Auge noch innerhalb der bindegewebigen Schicht der Schleimhaut, so zeigt der Nerv eine Zusammensetzung aus feinen Fasern, wovon je zwei als Begrenzungslinien so zusammengehören, dass sie einen lichten Achsenraum umschliessend, etwa im Ganzen dem Breitendurchmesser einer der schmaleren „Primitivfasern“ eines Spinalnerven gleich kommen. Die Längsstreifen oder „Fäserchen“ des Nervus olfactorius sind keineswegs glattlinig, sondern von rauhem Rand, ja es liess sich feststellen, dass jene Zäckchen die Anfänge oder Wurzeln zu einem feinsten, quer gerichteten Fach- oder Gerüstwerk abgeben. Die Hauptzüge des Gerüstwerks bilden im optischen Schnitt die Längsstreifen und zwischen ihnen spannen sich Quer- und Netzbälkchen hin. Sonach bestehen die Bündel des Riechnerven auch hier aus einem festeren Fachwesen und einer darin enthaltenen homogenen Substanz. Das erstere ist es eigentlich allein, was wir, weil es geformte Materie darstellt, wirklich sehen, während die ausfüllende Zwischenmaterie gleichsam nur erschlossen wird, insofern die Lücken nicht leer sein können. (Vergl. Taf. III, Fig. 43.)

Das Verhältniss des morphologisch Sichtbaren ist sonach am Riechnerven und seinen Enden genau so, wie es sich uns zeigt am Zellenleib zwischen dem protoplasmatischen Netz und der homogenen Zwischensubstanz.

Und indem wir uns jetzt die Mühe nicht verdriessen lassen, an den Stellen, wo das eben beschriebene Nervenende mit dem Schwamm- oder Gerüstwerk der epithelialen Elemente zusammenstösst, Strichelchen für Strichelchen und deren optische Durchschnitte, die Pünktchen, für sich zu verfolgen, so gewinnen wir die Ueberzeugung, dass ein ununterbrochener Zusammenhang von Seite des Gerüstwerkes der Ausläufer des Nervus olfactorius mit dem protoplasmatischen Schwammwesen der epithelialen Elemente

besteht. Hieraus ergibt sich von selbst, dass auch die in den Räumen des Fachwerkes enthaltene homogene Materie in ununterbrochenem Fluss vom Nerven zur Zelle sich befinden wird. Letztere ist es dann auch, welche im vordern Abschnitt der Sinneszelle sich zu der die Lichtung erfüllenden homogenen Inhaltsmasse ansammelt.

Ferner machen die Beobachtungen auch klar, dass die Enden der Riechnerven mit ganzen Gruppen der Zellen in näherem oder fernerem Zusammenhang zu stehen kommen, da ja das die Kerne umschliessende protoplasmatische Schwammwerk auch unter sich in Verbindung tritt.

Nicht minder am Riechnerven der neugeborenen Katze, auf welche eine Mischung von Chromsäure und Essigsäure eingewirkt hat, gelangen genau dieselben Verhältnisse zur Ansicht, wie beim Salamander. (Vergl. Taf. III, Fig. 44, Fig. 45.)

Der erste Eindruck, den ein feiner Bündel oder Endausläufer des Nervus olfactorius auf den Beschauer hervorruft, ist der einer feinkörnigen, streifigen Masse, durchsetzt mit Längskernen. Schärferes Zusehen entdeckt helle schmale Lücken zwischen den Streifen; man bemerkt ferner, dass die letzteren rauhrandig oder zackig in die Lücken vorspringen; endlich kann es bei genauester Einstellung und hoher Vergrösserung gelingen, eine netzige Verbindung der Zäckchen in Sicht zu bekommen. Die länglichen Kerne liegen in der Substanz, welche die Längsstreifen und das zarte Maschenwesen dazwischen erzeugt, und ohne Zweifel ist dieses ganze Gerüstwerk herzuleiten von einem plasmatischen Netz zusammengeflossener Zellbezirke. Um die einzelnen länglichen Kerne hebt sich da und dort die Begrenzung eines einschliessenden lichten Hohlraumes ab. Und gehen wir dem eigentlichen Ende des Nerven nach, so stossen wir abermals auf Stellen, allwo das Gerüstwerk ununterbrochen zusammenhängt mit dem Netz- oder Schwammwerk des Plasma der Sinneszellen. Die Nervensubstanz im engeren Sinne ist wieder zu suchen in der hellen homogenen Materie, welche in den Räumen des Schwammwerkes enthalten ist.

Und um noch eines andern Wirbelthieres zu gedenken, so sei erwähnt, dass auch bei einem Nestvogel der Amsel, der in gleicher Weise wie die vorigen Thiere behandelt worden war, die Beschaffenheit der Nervenenden und der Sinneszellen dieselben waren wie bei dem Amphibium und dem Säugethier. Nur kam

es mir vor, als ob die Zwischensubstanz hin und wieder die Form erhärteter heller Fäden angenommen habe.

Eine andere Stelle, allwo ich den beschriebenen Zusammenhang zwischen Nerv und Sinneszelle gesehen zu haben glaube, sind die Geschmacksscheiben auf den keulenförmigen Papillen der Zunge der Batrachier. Doch verlieren die Bilder, welche ich hier zu erlangen vermochte, an Klarheit dadurch, dass die herantretenden Nerven markhaltiger Natur sind und erst eine kurze Strecke vor dem Verlassen des bindegewebigen Bodens der Papille anscheinend marklos, hell und schmäler werden. Es ist nach andern Erfahrungen anzunehmen, dass das Mark nicht eigentlich fehlt, sondern immer noch in dünner Lage zugegen ist; aber es hebt sich eben das Gerüstwesen der Nervenfaser nicht so deutlich ab, als an den marklosen Elementen des Riechnerven. Die Abbildung, welche ich daher über den Zusammenhang zwischen Nerv und Sinneszellen gegeben habe (Taf. III, Fig. 48), beruht auf der Zusammenstellung einzelner unvollständiger Beobachtungen.

Auch im Hinklick auf die Stäbchen der Retina ist es mehr als Vermuthung, wenn ich die gleiche Weise des Zusammenhanges annehme. An Schnitten durch die Netzhaut, erhalten vom gehärteten Auge der Larve des Erdsalamanders, heben sich die bekannten Schichten gut ab und es kommt für uns in Betracht die äussere Körnerschicht uud die äussere Molecularschicht. Um die grossen Nuclei der ersteren geht zur Umhüllung nur eine winzige Menge feinreticulärer Substanz, welche in Zusammenhang steht mit dem dichten und feinen Netzwerk der Molecularschicht. Nun meine ich auch hier verfolgen zu können, dass die nach einwärts stehenden Enden der Stäbchenzellen mit dem Schwammwerk der Molecularschicht in der angegebenen Weise zusammenhängen.

§ 90.

Die im Voranstehenden dargelegten Thatsachen zwingen uns die bisherigen Vorstellungen über den Bau der Riechnerven ebenso, wie es oben bezüglich der Nerven überhaupt erwähnt wurde, abzuändern. Ich habe früher [1]), mit den damaligen Hülfsmitteln, die Elemente der Geruchsnerven beschrieben als „blasse, marklose, feingranulirte Streifen“ und M. SCHULTZE [2]) bezeichnet „feinste

1) Histologie 1857, S. 215.

2) M. SCHULTZE, Bau der Nasenschleimhaut, 1862.

Fibrillen“ als das den Nerven Zusammensetzende und so wurde bald allgemein angenommen, dass die Fäserchen den Achsencylindern markhaltiger Nerven zu vergleichen seien. Noch in der Gegenwart beschrieben sorgfältige Beobachter die Geruchsnerven als eine „feinkörnige faserige Masse, mehr oder weniger von Kernen durchsetzt“.

An diesen Fibrillen, welche schon bei mässiger Vergrösserung leicht sichtbar sind, kommt aber, wie im Vorigen berichtet wurde, unter starken Linsen zweierlei zur Beobachtung. Erstens halten die „Fibrillen“ in ungestörter, durch die Einwirkung der härtenden Flüssigkeit festgehaltener Lagerung gewisse gleichförmige Entfernungen von einander ein, derart, dass sie Lichtungen zwischen sich begrenzen. Zweitens sind die so entstandenen nach der Länge ziehenden Hohlgänge von einem feinsten Netzwerk durchsetzt, dessen zackige Anfänge offenbar mir früher den Anlass gaben, die „Streifen“ als „feingranulär“ zu bezeichnen. Alles Weitere, was gegenwärtige Untersuchung an’s Licht noch brachte, deckt auf, dass wir bisher eigentlich nur das Gerüstwerk des Nerven, also wohl das physiologisch Untergeordnete besonders berücksichtigt, hingegen das Wesentlichere, die in den Hohlgängen befindliche Materie, welche wahrscheinlich von halbflüssiger Natur ist, unbeachtet gelassen haben.

Man sieht, dass auch hier am Geruchsnerven dasselbe wiederkehrt, was oben bezüglich des feineren Baues der Nerven überhaupt erörtert wurde und ebenso anschliesst an die Wahrnehmungen über die Ganglienkugeln [1]) und ihre Fortsätze aus dem Gehirn der Nacktschnecken, wodurch ich mich bestimmt fühlte, der Sache überhaupt weiter nachzugehen.

Es wurde auch gezeigt, dass den Epithelzellen, welche Nervenenden aufnehmen, ein gewisser drüsiger Charakter zukommt; es ist desshalb um so bemerkenswerther, dass es mir, wie ich darüber vor Kurzem berichtet habe, bis jetzt nicht gelungen ist, wirkliche Drüsenzellen, welche mit Nerven verbunden wären, kennen zu lernen. Und es sei an dieser Stelle bemerkt, dass ich unterdessen, bei jeder sich bietenden Gelegenheit, auf diesen Punkt geblickt habe, doch immer gleich erfolglos. So z. B. nahm ich an dem Rüsselkäfer *Hylobius*, dessen ich öfters zu gedenken habe, in der angedeuteten Absicht auch die Speichel-

1) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, S. 56.

drüsen vor. Sie stellen hier sehr lange Schläuche dar, an welche sich helle Fäden ansetzen und dem ersten Blick nach für Nerven anzusprechen wären. Unterlässt man aber nicht, die den Nerven so ähnlichen Fäden rückwärts zu verfolgen, so erweisen sie sich, wie in so vielen andern Fällen, als Ausläufer eines verästigten Balkenwerkes, das von bindegewebiger Natur ist und dem „Fettkörper“ beizurechnen.

Ausser der Verbindung der Nerven mit Sinneszellen gibt es auch einen Zusammenhang mit andern Zellen des Epithels, in welcher Beziehung ich an meine früheren Erfahrungen über die im Epithel vorhandenen verästigten Zellen zurückweisen darf [1]). Ich habe darüber einstweilen keine neueren Erfahrungen zur Hand und ebenso wenig bezüglich der von EBERTH [2]) und mir [3]) zuerst beschriebenen eigenthümlichen Gebilde in der Oberhaut von Larven anurer Batrachier. PFITZNER [4]) erklärt sie für Nervenendigungen. CANINI [5]) bestätigt den Zusammenhang mit Nerven und ist geneigt, ein besonderes Sinnesepithel anzunehmen, dessen Elemente den Charakter einzelliger Drüsen haben können, mit welcher Auffassung in die Bahn eingelenkt würde, die ich oben im Hinblick auf die Sinneszellen überhaupt eröffnet habe.

§ 91.

b) Im Bindegewebe. — Ueber das Herantreten von Nerven in bindegewebige Theile, um sich darin zu verlieren, liegen bekanntlich verschiedene ältere Beobachtungen vor, so z. B. von FONTANA, welcher einen Nerven in die Sehnensubstanz eines Halsmuskels verfolgte; oder von PURKINJE, welcher schon vor vierzig Jahren und zwar auf mikroskopischem Wege Nervenfasern nachwies, welche der Beinhaut und dem sehnigen Theil des Zwerchfells angehörten.

Mir gelang es, an Lacerten und Ophidiern zu zeigen, dass Endausläufer von Nerven sich mit jenen Zellen des Bindegewebes verbin-

---

1) Hautdecke und Schale der Gastropoden (Beilage: Die verästigten Zellen im Epithel und der Lederhaut), Archiv f. Naturgesch. 1876. — RIBBERT, Ueber die Anatomie der Haut der Säugethiere, Archiv f. Naturgesch. 1878.

2) EBERTH, Zur Entwicklung der Gewebe im Schwanze der Froschlarven, Archiv f. mikrosk. Anat. 1869.

3) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879.

4) PFITZNER, Nervenendigungen im Epithel, Morphol. Jahrb. Bd. VII.

5) CANINI, Die Endigungen der Nerven in der Haut des Froschlarvenschwanzes, Archiv f. Anat. u. Phys. 1883.

den, welche wegen ihres dunkeln Pigmentgehaltes als Chromatophoren bezeichnet werden [1]). Vor Kurzem hat EHRMANN dieses Verhalten auch aus der Haut von Amphibien dargethan [2]). Nachdem die Nervenfasern marklos geworden sind, gehen sie in's Protoplasma der Pigmentzellen über. Hierbei darf ich wohl auf Grund meiner andern Erfahrungen annehmen, dass die feineren Verhältnisse auch hier ebenso sein werden, wie bei den Sinneszellen es der Fall ist. Das Netzwerk des Nerven mag auf das Netzwerk des Protoplasma treffen und die festweiche Materie des Nerven wird in das Hyaloplasma übergehen.

Als Bindegewebszellen sind auch jene Elemente anzusehen, welche die Tastkörperchen der Amphibien und Reptilien zusammensetzen, wenn sie nicht, worauf manche Einzelheit in meinen Mittheilungen hinweisen könnte, vom Ectoderm stammen und erst nachträglich vom Mesoderm umschlossen werden [3]). Bezüglich der GRANDRY'schen Körperchen im Schnabel der Vögel kann diese Frage wohl weniger aufgeworfen werden, da sie viel tiefer in der Lederhaut liegen [4]). Die Art der Verbindung zwischen dem Nerv und diesen

---

1) Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, 1872. — Ueber die äusseren Bedeckungen der Reptilien und Amphibien, Archiv f. mikrosk. Anat. 1873. — Ueber die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien, Archiv f. mikrosk. Anat. 1876.

2) EHRMANN, Ueber Nervenendigungen in den Pigmentzellen der Froschhaut. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien 1881.

3) Vergl. z. B. Organe eines sechsten Sinnes. Nov. act. acad. Leop. Carol. Vol. XXXIV, 1868, Taf. I, Fig. 1. — Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen, Archiv f. mikrosk. Anat. 1872 (Bd. 8), Taf. XV, Fig. 8, Fig. 9. — Schwanzflosse, Tastkörperchen und Endorgane der Nerven bei Batrachiern, Archiv f. mikrosk. Anat. 1876, Taf. XXI, Fig. 6. — Bau der Zehen bei Batrachiern, Morphol. Jahrb. Bd. II, Taf. IX, Fig. 15.

4) Obige Bildungen sind von mir zuerst im Schnabel der Schnepfe (Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. IV) gesehen und gezeichnet worden, freilich bei geringer Vergrösserung, doch so, dass in Fig. 3, einen Querschnitt des Oberschnabels darstellend, sich deutlich etwa ein halb Dutzend der Körperchen abhebt. Im Text ist allerdings durch ein Uebersehen nicht davon die Rede. Man begegnet der Angabe: „Die GRANDRY'schen Körperchen sind nur aus der Schnabelhaut von sogenannten Entenvögeln — Schwan, Gans, Ente — bekannt." Ihre Verbreitung geht, wie schon der Schnabel der Schnepfe lehrt, offenbar weiter!

Bei dieser Gelegenheit soll auch nicht unterlassen werden, auf frühere

Endzellen denke ich mir immer nach dem Schema, wie ich es für das Riechepithel aufgestellt habe.

Noch möchte ich an dieser Stelle auf eine andere Aeusserung zurückkommen. Ich habe nämlich bezüglich der Endigung der letzten Ausläufer der Nerven in dem gallertigen Hautmantel der Larven von *Bombinator* vor Längerem eine Abbildung gegeben [1]) und zur Erläuterung bemerkt, dass die Nervenfasern einmal in feine Endspitzen ausgehen, welche sich unmittelbar gegen die Grenzlinie der Lederhaut richten und so gleichsam an die Epidermis anstossen, oder es scheinen zweitens die letzten zarten nervösen Streifen in die Strahlen der Bindegewebskörper überzugehen.

Auch jetzt sehe ich an jungen 1 cm langen Larven von *Triton* die Dinge in der dazumal beschriebenen Weise, aber es gestatten die besseren Linsen noch etwas Anderes daran zu erkennen. Die blassen letzten Endfädchen der Nerven entwickeln, unmittelbar unter den Epidermiszellen liegend, eine kleine Anschwellung oder Knötchen, was aber wieder nicht die letzte Endigung ist. Man vermag

---

wichtige Beobachtungen hinzuweisen, welche der um die Anatomie der Vögel so verdiente Chr. L. Nitzsch über den Bau des Schnabels der Schnepfe veröffentlicht hat, mir aber seiner Zeit völlig unbekannt gewesen waren. In der Abhandlung: Ueber die Bewegung des Oberkiefers der Vögel in J. F. Meckel's Archiv für Physiologie 1816, sagt der Genannte in einer Anmerkung, dass die Schnepfen, Tringen und die kleineren Numenien den Schnabel in die weiche Erde oder den Moder einstechen und so ihr Futter suchen und finden auf's blosse Gefühl, ohne es zu sehen. Zu diesem Ende habe der vordere Theil des Ober- und Unterschnabels einen Apparat von höchst merkwürdiger Einrichtung. Es befinde sich nämlich gleich unter der äusseren weichen Bedeckung der Kiefer eine grosse Menge dicht stehender, offener, knochiger Zellen, die oft sechseckig und denen eines Bienenstockes ähnlich, meistens jedoch etwas mehr in die Quere gezogen und unregelmässiger sind. Diese Zellen nun seien Behälter für ebensoviele Endigungen der Zweige der Kiefernerven vom fünften Nervenpaare. Jede Zelle sei auf dem Grunde durchbohrt und nehme da einen Nervenfaden auf, der sich umgeben von einer halbflüssigen Masse in ihr verdickt und unter der Haut des Schnabels endet. — Wie man sieht, stimmen alle diese Angaben mit den meinigen überein. Weniger wird man aber dem Hallenser Zergliederer folgen können, wenn er fragt, ob nicht dieser Apparat an das elektrische Organ der Fische, insbesondere der Zitterrochen erinnere, oder gar wenn Meckel, dem Nitzch die Beobachtung mittheilte, meint, es gemahne die Bildung an den Bau des Insectenauges!

1) Nov. act. acad. Leop. Carol. Vol. XXXIV, 1868, Taf. I, Fig. 2.

vielmehr da und dort zu sehen, dass davon weg noch Linien in's Epithel weiter gehen. Aber die Striche sind von so zarter Art, dass sie gleichsam an der Grenze des mikroskopischen Sehens sich befinden und daher nichts weiteres darüber auszusagen ist.

Vor einiger Zeit habe ich auf eigenthümliche Bildungen aufmerksam gemacht, welche im Schwanze der Larven von *Salamandra* anzutreffen sind und zu Nervenenden Beziehung haben. Ich beschrieb sie nach Lage, Form und Bau näher, doch nur im frischen Zustande und nach Einwirkung von Essigsäure und versprach mir weitere Aufschlüsse an feinen Schnitten gehärteter Thiere [1]).

Diese Untersuchungsmethode habe ich jetzt zu der früher angewendeten gesellt, muss aber bekennen, dass ich mich dadurch im Ganzen nicht sehr gefördert sehe. Auch an Schnitten zeigt sich, dass die Organe im bindegewebigen Theile des Schwanzes liegen. Die rein kuglige Gestalt, welche sie im unbehelligten Zustande haben, geht bei Schnitten gern in's Linsenförmige über; das Innere scheidet sich in eine zellige Randlage und körnige Mitte. Die Zellen können bei gewisser Ansicht an Ganglienkugeln gemahnen, wozu man, um sich hierin zu bestärken, an demselben Schnittpräparat leicht die Ganglienkörper des Rückenmarkes zu vergleichen im Stande ist. Die körnige Mitte, in welche ich schon früher die Nervenfaser eintreten sah, ist bei starker Vergrösserung eine schwammige Masse und in dieser sah ich Bruchstücke faseriger Gebilde, welche an die von mir angezeigten Stäbe im Knopf von Hautpapillen eines Fisches erinnerten [2]).

Alles dieses ist geeignet, die erst ausgesprochene Ansicht, dass es sich um Endorgane des Nervensystems handeln möge, zu bekräftigen. Dem gegenüber sei aber doch die Bemerkung nicht unterdrückt, dass die Organe an Schnitten auch das Bild von Hautdrüsen erwecken können, besonders wenn sie vom Papillarkörper der Lederhaut her einen pigmentirten Saum erhalten. Den zelligen Randbeleg würde man alsdann für Secretionszellen ansprechen und die den Innenraum erfüllende Punktmasse für Erzeugniss der Zellen. Allein mit einer solchen Deutung verträgt es sich nicht, dass niemals eine Oeffnung nach aussen

---

1) Schwanzflosse, Tastkörperchen und Endorgane der Nerven bei Batrachiern, Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XII, 1876; Taf. XXI, Fig. 10, Fig. 11.

2) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, S. 11.

auffindbar war: wir haben abgeschlossene Kapseln vor uns. Dass die Zellen auch durch eine andere Form in der Granulirung von Secretionszellen der Hautdrüsen abweichen, mag nur nebenbei erwähnt sein.

Immerhin wollen wir jedoch als Möglichkeit im Auge behalten, dass aus diesen bei der Larve geschlossenen Kapseln am fertigen Thier nach aussen sich öffnende Drüsen mit der Zeit werden könnten. Die Bildung solcher Hautdrüsen würde dann aber nicht nach der gewöhnlichen Weise durch Einstülpung und Einwachsen von aussen her geschehen, man müsste denn annehmen, es seien Abkapselungen ectodermatischer Elemente vorausgegangen und es habe sich zuletzt der bis dahin geschlossene Sack nach aussen geöffnet.

§ 92.

c). In Muskeln. — Das Verhältniss von Nerv und Muskel habe ich seiner Zeit, nachdem die „Endplatten" der Muskelnerven von verschiedenen Seiten her beschrieben worden waren, in einer auf eigenen Untersuchungen fussenden Weise dargestellt, die von den Angaben der Andern abwich, wesshalb vielleicht allgemein beliebt wurde, davon Umgang zu nehmen [1]). Und doch sehe ich auch jetzt, bei Wiederaufnahme des Gegenstandes, dass meine damaligen Beobachtungen und Schlüsse auf richtigem Pfad sich bewegen. Was ich gegenwärtig unter Anwendung besserer Hülfsmittel vorzulegen habe, ist nur ein Schritt vorwärts in der Auffassung des histologischen Baues. (Vergl. Taf. V, Fig. 113, Fig. 114, Fig. 115.)

Genauer habe ich bisher nur bei Arthropoden die Ansatzstelle des Nerven am Muskel in Berücksichtigung gezogen, so z. B. an *Carabus auratus*. Die Primitivbündel des Muskels aus den Gliedmassen des frischen Thieres genommen, zeigen die oben im Einzelnen erörterten Structuren. In der Achse des Bündels ist häufig eine grössere Höhlung zugegen, gefüllt mit „Körnchen"; ebenso zeigen sich Lücken in Netzform und als Längsgänge; die Stäbchen, verschmolzen zu „Fibrillen", weisen da und dort an der äusseren Fläche des Bündels in klarer Weise ihre Verbindung zu einem Gitterwerk auf; die Lücken zwischen den Streifen des Gitterwerkes können sehr eng oder auch viel weiter sein, nach dem Stande der Thätigkeit des Muskels und immer erhält man bei ge-

1) Bau des thierischen Körpers, 1864, S. 100.

steigerter Vergrösserung den Eindruck, als ob man zwischen den Rahmen des Gitters in das mit Flüssigkeit erfüllte Lückensystem des Muskels blicke.

Der zum Muskel herangetretene Nerv erzeugt einen Hügel von körniger Substanz, welche gleich ist jener in den Interstitien des Muskels befindlichen, auch mit dieser sich in Verbindung setzt; ebenso ist sie völlig gleich jener körnigen Masse, welche sich unterhalb des Sarkolemma hinziehen kann.

Greifen wir nun zu starken Vergrösserungen, welche im Stande sind, die „körnige Substanz“ des Nervenhügels aufzulösen, so gestalten sich die Körnchen zu Knotenpunkten eines feinen Fachwerkes oder Plasmanetzes, welches im Zusammenhang mit dem entsprechenden Maschenwesen des Nerven steht. Daraus müssen wir folgern, dass die im Maschengewebe enthaltene homogene und halbflüssige Nervensubstanz übergeht in jene helle Materie, welche das Lückensystem des Muskels einnimmt. Nicht weniger sind die Nuclei im Nervenhügel von derselben Art, wie die andern in der körnigen Substanz des Muskelbündels vorkommenden.

Nerv und Muskel aus den Gliedmassen von *Dytiscus marginalis* zeigen Uebereinstimmung mit dem, was uns *Carabus auratus* geboten hat. Doch mag hervorgehoben sein, dass die „Körnchen“, welche im Primitivbündel die Kernsäule umgeben, nach Einwirkung von Pikrinsäure sich ebenfalls als Knotenpunkte eines protoplasmatischen Netzes ausweisen. Wenn man ferner sich genaue Rechenschaft über den Bau des den Hügel erzeugenden Nerven zu geben sucht, so gewahren wir ein Sichordnen der Linien in der Art, wie es oben z. B. bezüglich des Nervus olfactorius der Katze beschrieben wurde. Man unterscheidet so mehre Längsstreifen, die nach einwärts in Zacken ausgehen und beides — die Längsstreifen und die einspringenden Bälkchen — setzen sich im Hügel in das gleichmässige Maschenwerk um. Die dort eingeschlossene Nervenmaterie kann im gequollenen Zustande zugleich mit dem Netz ein blasiges Aussehen gewähren. Die Nuclei des Hügels sind wieder die gleichen, wie die übrigen Kerne, welche im Primitivbündel zerstreut vorkommen.

Besonders gute Ansichten über die beschriebenen Verhältnisse lieferten Präparate aus dem Rüsselkäfer *Hylobius*. Es scheinen die Curculioniden überhaupt, schon nach einer früheren Beobachtung

von mir [1]), Besonderheiten in der Structur der Muskeln darzubieten und so sind auch die Elemente der Muskeln von *Hylobius pini* so gross und deutlich [2]), dass man mit Sicherheit sieht, wie je zwei Stifte und zwei Punkte gemeinschaftlich zur Bildung eines „primitiven Fleischtheilchens" zusammentreten. Und wenn diese Linien und Punkte zu einem länglich viereckigen Raum zusammenschliessen und mit den nebenanliegenden Theilen Gitterbildung eingetreten ist, so ergibt sich bei richtiger Einstellung das Bild, dass die innerhalb der Gitterrahmen befindlichen Lichtungen in's Innere des Lückensystems führen, welches den Primitivbündel durchsetzt.

Am Nervenhügel lässt sich wieder feststellen, dass ein Maschen- oder Schwammwerk mit Knotenpunkten zugegen ist als Ausbreitung des Fachwerkes im herangetretenen Nerv und es fliesst die eingeschlossene homogene Nervensubstanz mit dem hellen Inhalt des Lückensystems des Bündels zusammen. Die Gruppen von Nuclei im Hügel, ausgezeichnet durch stark knotige Verbindungen ihres Netzes, sind in ihrem Wesen nicht verschieden von den Kernen unter dem Sarkolemma.

Unter andern Chrysomeliden habe ich auch *Agelastica alni* in den Kreis der Untersuchung gezogen, ohne im Uebrigen etwas zu bemerken, was von dem bisher Erörterten abgewichen wäre. Nur das mag als eine auffallende Sache erwähnt sein, dass bei der genannten Gruppe von Käfern Ansatzstellen von Nerven am Muskel ein häufiges Vorkommniss bilden, während es scheint, dass bei den Lauf- und Schwimmkäfern es Muskelbündel gibt, welche leer ausgehen. Wenigstens sucht man vielfach vergeblich nach Nerven an den Muskeln. Bei *Dytiscus* traf ich auch auf Nervenhügel, welche, indem sie sich gabelten, an zwei Bündel sich anlegten.

Ich habe auch den Versuch gemacht an den Muskeln des Rossegels, *Aulocostomum*, das Verhalten der Nervenenden mir klar zu machen, doch ohne eigentlichen Erfolg. Man sieht zwar deutlich Nerven herantreten und an Thieren, welche mit passenden Flüssigkeiten behandelt worden waren, konnte wiederholt in's Auge gefasst werden, dass der Nervenfaden unter Bildung eines kleinen

---

1) Bau des thierischen Körpers, S. 79.

2) Auch der Hautpanzer, dessen histologischen Bau ich nur flüchtig ansah, scheint Eigenthümlichkeiten in der Structur zu haben, wesshalb ein weiteres Studium wohl am Platze wäre.

Hügels an dem Muskel aufhört: allein es gelang nicht, das anscheinend feinpulverige Wesen desselben optisch weiter aufzulösen. An manchen Verbindungsstellen zwischen Nerv und Muskel vermisste ich einen derartigen Hügel, ohne bestimmen zu können, ob ein solcher Mangel unter die ebenfalls regelrechten Bildungen gehört oder ob nur die Methode der Untersuchung daran Schuld war.

Da man die Muskeln der Egel den glatten Muskeln der Wirbelthiere zu vergleichen hat, so ist hervorzuheben, dass ein neuerer Beobachter in der Frage nach der Nervenendigung an gedachten Elementen bedeutend weiter gekommen zu sein scheint. LUSTIG[1]) sah nämlich an der Musculatur der Harnblase von Säugethieren (Schwein, Meerschweinchen) durch die Goldmethode und bei hoher Vergrösserung ein Eindringen der Nervenfaser in die protoplasmatische Umgebung des Kerns, also in die Marksubstanz der Muskelfaser. Nach den Zeichnungen des genannten Beobachters, welche durchaus den Eindruck des Naturwahren machen, möchte ich annehmen, dass wieder, gleichwie bei den quergestreiften Muskeln, das plasmatische Netzwerk von Nerv und Muskel ineinander übergeht und ebenso die homogene Zwischensubstanz von beiden Seiten zusammenfliesst.

Ueber die Beschaffenheit der Nervenendplatten an den quergestreiften Muskeln der Wirbelthiere fehlt mir einstweilen noch die rechte Erfahrung und daher darf ich nur vermuthungsweise die Mittheilungen Anderer in der Richtung deuten, dass sie mit dem, was ich bei Arthropoden sah, in Einklang kommen.

Der starke Unterschied, welcher aus fast allen den Gegenstand versinnlichenden Abbildungen hervortritt, gegenüber den Nervenhügeln bei Gliederthieren, beruht offenbar auf der Anwesenheit der kräftig entwickelten Marksubstanz der Nervenfasern. Die grell sich abhebenden in manchfaltiger Weise verästigten Figuren und Inseln rühren, was Niemand in Abrede stellen wird, von der Markmasse her. Der Nerv der Endplatte hört aber nicht mit dem Marke auf, sondern geht, wie an so vielen andern Stellen des Körpers, noch weiter in den Muskel hinein.

Nachdem das Mark zurückgeblieben ist, besteht die sich noch

1) LUSTIG, Ueber Nervenendigung in den glatten Muskelfasern, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien, 1881.

fernerhin verästigende Nervenfaser aus Hülle und Achsensubstanz. Erstere ist gebildet aus dem Spongioplasma der die Scheide bildenden Zellen und ich denke mir, dass wie sonst auch hier die Achsensubstanz der Nerven, hervorgegangen aus dem Hyaloplasma, schliesslich übergeht oder sich vermischt mit dem contractilen Hyaloplasma des Muskels, während das Spongioplasma des Nerven ebenso in die aus dem gleichen Element entsprungenen Theile des Muskels sich fortsetzt. Durch härtende Flüssigkeiten — stelle ich mir ferner vor — können Abschnitte der sich ausbreitenden Nervensubstanz (Hyaloplasma) auch im Innern des Muskels noch streckenweise in Form von sich zertheilenden feinen Fasern gesehen werden.

Die hier ausgesprochenen Annahmen stehen theilweise in starkem Widerspruch zu den Ergebnissen, welche CIACCIO aus seinen Untersuchungen gezogen hat [1]. Der genannte italienische Histolog ist ohne Zweifel mit grösster Sorgfalt und unter Anwendung aller neueren Hülfsmittel der Endverbreitung im Muskel nachgegangen. Nach ihm hören die Nerven mit traubigen Gruppen kleiner Beeren auf. Der Charakter der Zeichnungen sowohl wie die ganze Haltung der Schrift lassen kein Bedenken aufkommen, dass der von CIACCIO dargestellte Befund auch wirklich in der versinnlichten Weise gesehen wurde. Wie ich nun die kleinen nervösen Endbeeren auszulegen geneigt bin, ergibt sich schon aus den vorhin aufgestellten Deutungsversuchen: ich möchte de Knöpfchen für Stellen angesammelten Nervenmarkes halten, indem ich meine, dass erst jenseits derselben die bei dem angewendeten Mittel nicht mehr sichtbaren Endausstrahlungen sich finden würden. Durchgeht man alle von dem Histologen in Bologna gegebenen Abbildungen, so ist auch unverkennbar, dass Uebergänge zwischen den grösseren ästigen Massen des Nervenmarkes und den kleinen Endbeeren vorhanden sind.

---

1) G. V. CIACCIO, Osservazioni istologiche intorno alla terminazione delle fibre nervose motive ne' muscoli striati delle torpedini, del topo casalingo e del ratto albino. Mem. dell' accad. delle Scienze dell' Istituto di Bologna, 1883. — Vergl. auch hierzu: G. V. CIACCIO, Osservazioni intorno al modo come terminano i nervi motori ne' muscoli striati delle Torpedini e delle Razze e intorno alla somiglianza tra la piastra elettrica delle torpedini e la motrice. Ibidem 1877.

8. Schluss.

Allgemeines über Nerven und Gewebe. — Es liegt nicht im Plane, auf die Beobachtungen und Ansichten aller Derer hier einzugehen, welche mit Fragen allgemeineren Charakters über Nerven und Gewebe sich beschäftigt haben, sondern es mögen nur einige Punkte kurz berührt werden. Es sind solche, in denen dasjenige, was ich gewonnen zu haben glaube, einerseits in Uebereinstimmung steht mit den Ergebnissen fremder Studien, andererseits sich mit denselben kreuzt.

1. Eine ganze Anzahl von Histologen, welche namentlich die Entwicklung der Nerven verfolgten — ich nenne z. B. Calberla — haben sich dahin ausgesprochen, dass zwar das Neurilemma durch Sonderung an Ort und Stelle zu Stande kommt, durch einscheidende Zellen, der Achsencylinder aber von den Centralorganen her einwachse. Wie das Vorangegangene lehrt, treffen damit auch meine Wahrnehmungen zusammen, doch so, dass ich auch die Betheiligung des Hyaloplasma der einscheidenden Zellen an der Bildung der Nervensubstanz nicht ganz in Abrede stellen möchte.

2. Diese die Nervensubstanz begrenzenden oder einscheidenden Zellen sind nach meiner Erfahrung als Endothelien aufzufassen. Zu ihnen gehören ebenso gut die kernhaltigen und kernlosen Abschnitte der sogenannten Schwann'schen Scheide an den markhaltigen Fasern, als auch die Gerüstzüge der marklosen Nerven, z. B. des Nervus olfactorius; ferner die „Epithelzellen“ der Ganglienkugeln und die Neuroglia des Gehirns und Rückenmarkes. Endlich sind gedachte Theile auch gleich den Zellen, welche die Wand der Blutcapillaren bilden.

3. Das von den Endothelzellen ausgehende feine Maschenwerk war bisher nur als Punktsubstanz und Reticulum aus den Nervencentren bekannt; dass aber auch in peripherischen Nerven Verwandtes auftreten kann, geht aus Obigem hervor.

4. Die eigentliche Nervensubstanz ist eine halbflüssige homogene Materie, welche wenn sie dicklicher geworden ist, Achsencylinder heisst. Sie ist in das Höhlensystem des Maschenwerkes aufgenommen.

5. Schon ältere Forscher, wie JOH. MÜLLER dachten, um sich die Zusammenziehung der Muskelbündel zu erklären, an die Möglichkeit, dass „die Primitivfasern hohl seien und Fluidum enthielten.“ Freilich werde das niemals zu entscheiden sein, auch wenn die Instrumente noch so vollkommen wären. Nach dem, was ich zu ermitteln vermochte, ist allerdings der einzelne Fibrillenstrich kein Hohlgebilde, wohl aber sind von dieser Natur die durch mehrere Striche erzeugten „Prismen und Würfelchen“. Die in den Hohlräumen enthaltene, halbflüssige Materie stellt die eigentlich contractile Substanz dar, sie ist es, durch welche sich der Muskel vital zusammenzieht.

Daneben besteht aber noch eine elastische Beschaffenheit des Muskels oder die „physikalische Contractilität“. Diese kommt meinem Dafürhalten nach zu Stande durch eine elastische Substanz, deren Verdichtungen die „Fibrillen“ und deren Netze sind. Die Eigenschaften dieser das Licht doppelt brechenden Theile bedingen den „Tonus“ des Muskels.

Die homogene halbflüssige Materie, welche die vital contractile ist, führt in der Eizelle, Samenzelle, den einzelligen Thieren die Bewegungen aus, ohne Einfluss der Nervenmaterie: wir haben uns zu denken, dass das innerhalb des Spongioplasma dieser Elemente enthaltene Hyaloplasma die beiden Substanzen noch in Eins zusammenfasst. Bei Metazoen aber und verbundenen Zellengruppen mischt sich der homogenen und flüssigen contractilen Materie die ebenso beschaffene Nervensubstanz bei und es besteht für unsere sinnliche Wahrnehmung keine Grenze und kein Unterschied zwischen den beiden; auch jetzt wieder fliessen sie wie bei einem Protozoon in Eins zusammen. Dies wiederholt sich am Muskel so gut, wie an den Zellen des Epithels und des Bindegewebes; die Nervensubstanz verschmilzt ohne Grenze mit dem Hyaloplasma.

Diese Thatsachen können auch dem Verständniss etwas näher bringen, wie sich dasjenige, was man die Herrschaft des Nervensystems über den Organismus nennt, morphologisch vollzieht. Die Erscheinungen des Lebens deuten auf eine gewisse allgemeine Abhängigkeit der Theile des Körpers vom Nervensystem hin, ohne dass es doch gelingen wollte, überall ein wirkliches Uebergehen nervöser Elemente in andere Gewebe festzustellen. Um sich mit diesem Widerspruch abzufinden, sprach man auch wohl von einer „sensiblen Atmosphäre“ der Nerven; oder auch, es seien „alle Theile des Leibes zum Empfinden bestimmt“. Jetzt nun, nachdem ein ununterbrochener Zusammenhang der Gerüstbildungen der Nervenfasern und des Schwammwerkes der Zellen nachweisbar ist, wird begreiflicher, dass auch die halbflüssige Nervensubstanz allerorts im Körper zur Zwischensubstanz der Epithelzellen, der Zellen der Bindesubstanz, der Muskelzellen in unmittelbare Continuität tritt. Die Erscheinungen des Lebens und die histologischen Thatsachen fangen an in gutem Einklang zu stehen.

§ 93.

Thierische Substanz überhaupt. — Einige der Gedanken, welche sich einstellen können, wenn wir die thierische Substanz mit den optischen Hülfsmitteln, soweit es möglich ist, auf ihre letzten Sonderungen verfolgen, habe ich vor Kurzem[1]) ausgesprochen und die Erfahrungen, welche die unterdessen fortgepflogene Untersuchung an die Hand gab, bestärken mich nur in dem dazumal Geäusserten, wozu ich mir an dieser Stelle noch einige erläuternde Bemerkungen beizufügen gestatte.

1. Indem wir das Hyaloplasma „homogen“ nennen, heben wir durch diese Bezeichnung den Gegensatz zum Spongioplasma hervor, etwa so, wie wir das Wasser homogen heissen gegenüber den Gebilden, welche bei dessen Erstarrung auftreten. Es wird aber Niemand in Abrede bringen wollen, dass in dem Wasser vor seinem Uebergang in Eis nicht schon „Structuren“ vorhanden wären; vielmehr ist anzunehmen, dass bereits vorher die Theilchen zu bestimmten Gestalten geordnet und gelagert gewesen sind, ohne dass die sinnliche Wahrnehmung etwas davon zu fassen vermag.

1) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, S. 160.

Erst wenn die Verdichtung fortschreitet und die „Krystallisation" beginnt, verschwindet auch für unser Auge die „homogene" Beschaffenheit. Dem Auftreten der Eisnadeln sind eben wohl uns unsichtbare „innere Structuren" vorausgegangen. In gleichem Sinne nehme ich die „homogene Natur" des im Schwammwerk der Zelle befindlichen Hyaloplasma.

2. Es bleibt ein sehr charakteristischer Zug organischer Bildung, dass von dem einfachen Protoplasma herauf bis zu den Organsystemen des zusammengesetzten Wirbelthieres immerfort Gerüstwerk und eingeschlossene Substanz die Grundlinien der histologischen Sonderung ziehen. Das Gerüstwerk in manchfachen Abstufungen der Dichte, Härte und Festigkeit; und nicht minder das Eingeschlossene in wechselnden Graden der Consistenz bis zum rein Flüssigen. Ueberall und fortwährend handelt es sich um eine gegenseitige Durchdringung von Festem und Flüssigem, mögen wir die Zusammensetzung des Ganzen aus gröberen Theilen berücksichtigen oder den Bau der sogenannt letzten organischen Einheit, der Zelle.

Und so erscheint uns von einem sehr allgemeinen Standpunkt aus auch der mehrzellige Organismus unter dem Bilde eines zusammenhängenden Fachwerkes, welches von grösseren, kleineren bis allerkleinsten Höhlungen durchbrochen ist, sämmtlich dienend zur Aufnahme der Zwischensubstanzen. Das Fachwerk mit seinem Inhalt gliedert sich in Gewebe und Organe oder wie man nach altem Vergleich sagen könnte, in das Räderwerk der Maschine. Wenn ich meinestheils noch einmal die Ansicht kundgebe, dass die Lebensbewegungen in erster Linie in dem Enthaltenen — den „Humores" der früheren Aerzte — vor sich gehen, so steht diese Auffassung nicht im Widerspruch mit den Erscheinungen des Naturlebens im Grossen und Ganzen.

3. Das Hauptmerkmal des Organismus liegt in seinem einheitlichen Wesen. Man kann nicht die Theile dieser lebendigen Maschine auseinander legen ohne sie gänzlich zu zerstören und sie in die Reihe der todten Masse zurückzuversetzen. Sie wirken alle nur in Gemeinschaft mit dem Ganzen. Also können auch nicht die einzelnen Organe, Gewebe und Zellen es sein, welche durch ihr Leben das Leben des ganzen Organismus erst herstellen, sondern wir haben anzunehmen, dass sämmtliches Räderwerk von Organen aus einem Einheitlichen hervorgegangen ist, das in un-

serer Vorstellung so zu sagen immer mehr verfeinert, zur „Idee des Organismus“ wird oder zum letzten Etwas, das als Ausfluss oder Theil des allgemeinen Lebensprincips wirkt.

Kein Nachdenken kommt über diese Grenze hinaus; vielmehr zwingt uns die Abwägung aller Thatsachen der Morphologie und insbesondere auch der Vorgänge bei der Entwickelung, zu der wie oftmals im Laufe der Zeit ausgesprochenen und wieder bestrittenen Anschauung zurückzukehren, wornach der Mechanismus der Organisation nur das Werkzeug der Vitalität ist.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Stück einer Zelle des Bindegewebes aus dem Schwanze der Larve von *Salamandra maculosa:* ein Theil der feinen dichten Verzweigung; Kernnetz; Hohlraum um den Kern; schwammiges Protoplasma.

Fig. 2. a) Ganglienkugel aus dem Bauchmark von *Aulocostomum nigrescens:* Schwammig-streifiger Bau; b) in noch mehr vergrössertem Massstab ein Theil des Spongio- und Hyaloplasma in seinem Verhältniss zur Bildung der „Nervenfasern".

Fig. 3. Zwei Zellen des lebenden Knorpels der Larve von *Salamandra maculosa.*

Fig. 4. Epidermiszellen der Larve von *Salamandra maculosa* im frischen Zustande; Bildungen im Kerninnern.

Fig. 5. Concremente aus der Haut von *Ancylus lacustris:* a) von der Oberfläche; b) im optischen Längsschnitt; c) einige Röhren für sich in sehr vergrössertem Massstab.

Fig. 6. Blutzelle von *Salamandra maculosa:* Schwammwerk des Kerns und der Zellsubstanz; Strahlen des Kerns durch den umgebenden Hohlraum.

Fig. 7. Kern einer Epithelzelle von der Nasenscheidewand der neugeborenen Katze: Strahlen durch den umgebenden Hohlraum.

Fig. 8. Epidermiszelle der Larve von *Salamandra maculosa:* zahlreiche Oeffnungen an der Oberfläche verschiedener Grösse, zum Theil in Reihen stehend.

Fig. 9. a) Flimmerzelle aus der Mundhöhle von *Salamandra maculosa;* b) in noch mehr vergrössertem Massstab zwei Streifen des Spongioplasma.

Fig. 10. Zoosperm von *Ascaris megalocephala,* das mikroskopische Bild weiter vergrössert: strahliger Kern; Höhle um den Kern; Spongio- und Hyaloplasma; die „Kappe".

Fig. 11. Epidermiszelle der Larve von *Salamandra maculosa:* Klümpchen im Kern mit Querstreifung.

Fig. 12. a) Von einer Ganglienkugel des *Astacus fluviatilis:* der Kern und zwei Kernkörper; b) ein Kernkörper für sich und sehr vergrössert: die Höhle des Nucleolus öffnet sich in den das Kernkörperchen umgebenden Hohlraum.

Fig. 13. Kern einer Epithelzelle aus der Nase der Larve von *Salamandra maculosa:* im Innern Cylinder mit Querstreifung.

Fig. 14. Aus dem Hyalinknorpel der Larve von *Salamandra maculosa:* Kernnetz; Höhle um den Kern; verschiedene Form des Spongioplasma; Zellkapsel.

Fig. 15. Eine der vorhergehenden Zellen stärker vergrössert: Balken des Kernnetzes mit Querstreifung.

Fig. 16. a) Epidermiszelle und Cuticula der Larve von *Salamandra maculosa;* b) Stückchen der Cuticula in sehr vergrössertem Massstab: die vom Spongioplasma aufsteigenden Fortsätze, am Ende (im optischen Schnitt) knopfig verdickt.

Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20. } Kerne von Epidermiszellen der Larve von *Salamandra maculosa:* verschiedene Formen des Klumpen- und Balkennetzes; Querstreifung.

Fig. 21. Epithelzellen aus einer Zungendrüse von *Pelobates fuscus:* Fachwerk, Oeffnungen der Räume dazwischen in den Intercellularraum.

Fig. 22. Zwei einzellige Drüsen aus der Epidermis der Larve von *Salamandra maculosa.*

Fig. 23. Zelle aus der Epidermis der Larve von *Salamandra maculosa:* die hohlkugeligen Stücke der Balken der „Kerntheilungsfigur"; härchenartige Ausläufer des Spongioplasma.

Tafel II.

Fig. 24. Zellen vom Schlundkopfknorpel des *Lymnaeus stagnalis:* Fachwerk, Protoplasma, Gallertsubstanz.

Fig. 25. Schleimzelle aus der Epidermis der Larve von *Salamandra maculosa:* gitterige Leistenbildung der Membran; eingeschnittener Kern; Secretballen.

Fig. 26. Vom Querschnitt des Eierstockes der *Ascaris megalocephala:* a) Rachis, b) Eier: man sieht ausser dem Hauptkern zahlreiche Nebenkerne.

Fig. 27. Knochenkörperchen der Larve von *Salamandra maculosa:* Kern mit Netz; Spongio- und Hyaloplasma; Kapsel.

Fig. 28. a) Radula der Zunge von *Ancylus lacustris:* allmähliges Hervorgehen der Zähne aus der „Grundmembran"; b) ein ausgebildeter Zahn für sich.

Fig. 29. Becherorgan von *Nephelis vulgaris* von oben, umgeben von den Epithelzellen der Hautdecke.

Fig. 30. Dasselbe Organ von der Seite: Sinneszellen; zwei Arten der Sinnesborsten.

Fig. 31. Integument von *Clepsine complanata:* Cuticula und Matrixlage; Schleimzellen; Höckerzellen; Seitenorgan; Ansatz der Muskeln an die Matrixschicht.

Fig. 32. a) Zwei Seitenorgane mit Nerv von *Clepsine marginata.* b) Ein solches Organ bei Ansicht von oben.

Fig. 33. Organ aus der Magenwand von *Aulocostomum nigrescens:* der Zellbalken und die umgebenden Cylinderzellen des Epithels; gangliöser Nerv.

Fig. 34. Zahnartiger Vorsprung eines Kiemenbogens der Larve von *Salamandra maculosa*: Kerne und Kernhöhlen; statt der Zellsubstanz eine streifige Masse, um das Ganze wie in Cuticularschichten ziehend.

Fig. 35. Chorda: a) Substanz; b) Scheide. Von der Larve der *Salamandra maculosa.*

Fig. 36. Fibrilläres Bindegewebe von der Larve der *Salamandra maculosa:* Zellen von Plattenform mit gekräuseltem Rande.

Fig. 37. Eine Zelle des fibrillären Bindegewebes über das mikroskopische Bild hinaus vergrössert.

Fig. 38. Zelle und Grundsubstanz des endochondralen Knochens der neugeborenen Katze: Hohlgänge zwischen den Kalkablagerungen.

Fig. 39. Zellen und Grundsubstanz aus Knochen der neugeborenen Katze.

Fig. 40. } Knochengrundsubstanz, durchbrochen von feinem Lückensystem,
Fig. 41. } aus der neugeborenen Katze.

Fig. 42. Stück eines Capillargefässes aus der Kieme der Salamanderlarve: poröse Wand; daneben ein Stück in viel stärkerer Vergrösserung.

Tafel III.

Fig. 43. Ende des Riechnerven und Nasenepithel der Larve von *Salamandra maculosa:* Gerüstwerk des Nerven; Auflösung in feines Netzwesen mit Kernen; Uebergang in's Spongioplasma der „Riechzellen"; Gruppirung und Sonderung der Riechzellen.

Fig. 44. Vom Nasenepithel der Regio olfactoria der Katze; Riechzellen und ihr feinerer Bau; einige Formen der sich verändernden „Riechborsten"; gewöhnliche Flimmerzelle.

Fig. 45. Riechzelle und Riechnervenfaser sehr stark vergrössert: Fasergerüst des Nerven; Netzwerk des Protoplasma der Zellen; Hyaloplasma (durch das Blau ausgedrückt).

Fig. 46. Geschmacksscheibe im frischen Zustande, von oben, Zunge des *Pelobates fuscus.*

Fig. 47. Zungenpapille mit Geschmacksscheibe im Längsschnitt von *Rana fusca:* helle und dunkle Schicht; Nerv; Gefässe. Mässig vergrössert.

Fig. 48. Stück der Geschmacksscheibe von *Pelobates fuscus* in ihrer Verbindung mit dem Ende des Nerven: Sonderung der Geschmackszellen, ihre Verwandtschaft mit Drüsenzellen; Schwammwesen der tiefer

liegenden Zellen; oberer Theil des bindegewebigen Kopfes der Papille; dunkle und helle Endpartie des Nerven.

Fig. 49. Mehrere Geschmackszellen sehr stark vergrössert von *Rana:* Kanten des hellen Theiles der Zellen; vorquellende Innensubstanz; hinteres den Kern bergende, schwammige Ende der Zelle.

Fig. 50. Becher- oder Seitenorgan der Larve von *Salamandra maculosa:* Balkenwerk der Kerne von querstreifiger Natur, ausserdem einige mit parasitischen Bildungen; vom vorderen Ende der Zelle sich abhebende Sinneskegel, aus dem Hyaloplasma hervorgegangen.

Fig. 51. Stellung der vorgedachten Sinneskegel in zwei Reihen, von oben gesehen.

Fig. 52. Ein einzelner Sinneskegel, sehr stark vergrössert: Kantenbildung auf der Oberfläche.

Fig. 53. Darmwand, durchschnitten, aus *Ascaris megalocephala:* Epithelzellen gehen oben aus in cilienartige Fortsätze; unten verlieren sie sich in fadige Ausläufer, welche die Bindegewebslage durchdringen; bindegewebiges an die Darmwand sich ansetzendes Balkenwerk.

Fig. 54. Senkrechter Schnitt durch die Hautdecke von *Salamandra maculosa:* die verzweigten Zellen der Epidermis nach abwärts netzig verbunden, stehen in ununterbrochenem Zusammenhang mit den Ausläufern der Zellen der Lederhaut.

Fig. 55. Stück der Epidermis von *Aulocostomum nigrescens* von oben: zwischen den Zellen verbreiten sich Blutgefässe.

Fig. 56. Dasselbe von der Seite gesehen: die Blutgefässschlinge steigt bis zur Cuticula auf.

Tafel IV.

Fig. 57. Aus der Leber der Larve des Erdsalamanders: Leberzellen; Intercellulargänge, zwei davon dicht überbrückt (gestrichelt); festeres Bindegewebe und gallertiges.

Fig. 58. Muskelfaser aus der Darmwand von *Hyla arborea:* a) Sonderung in Rinde und Mark; b) Faserbildung in der Rinde.

Fig. 59. Muskelfaser von *Ascaris megalocephala* theilweise quer durchschnitten, beuteliger Anhang: Maschenwerk des Markes; Sonderung der Rinde in Lamellen.

Fig. 60. Muskelfaser von *Lumbricus agricola:* Fibrillen der Rinde.

Fig. 61. Muskelfaser von *Lumbricus agricola:* bandartige Form; Andeutung von Mark; Randkügelchen.

Fig. 62. Einige Muskelfasern von *Lumbricus agricola* im optischen Querschnitt: bandartig platt; Rinde und Mark.

Fig. 63. Muskelfaser im lebenden Zustande aus *Aulocostomum nigrescens:* auf dem Querschnitt helle Rinde; blass granuläres Mark; Kern; Faltenbildung der Oberfläche der Rinde.

Fig. 64. Eine andere Muskelfaser unter gleichen Verhältnissen aus demselben Thier: zwischen Mark und Rinde ein lichter Hohlraum.

Fig. 65. Muskelfaser von *Aulocostomum nigrescens* im Querschnitt und gehärtet: Marksubstanz mit Schwammwerk und Kern; Rindensubstanz in „Fibrillen" zerlegt.

Fig. 66. Einige der „Fibrillen" stärker vergrössert.

Fig. 67. Muskelfaser von demselben Egel im optischen Längsschnitt.

Fig. 68. Muskelfaser von *Clepsine complanata* im Querschnitt.

Fig. 69. Zwei Muskelfasern von *Aulocostomum nigresens* durch Querbrücken verbunden.

Fig. 70. Muskelfaser aus dem Schlundkopf von *Ancylus lacustris*: Marksubstanz mit Netzwerk und Kern; Rinde oben querstreifig gesondert; unten die Querstreifung in die Elemente aufgelöst, letztere zur Seite für sich in noch stärkerer Vergrösserung.

Fig. 71. Muskelfaser aus dem Schlundkopf von *Helix nemoralis*, ebenfalls mit quersstreifiger Sonderung.

Fig. 72. Muskeln von *Cyclops* spec. in verschiedenem Zustande.

Fig. 73. Muskel von *Cypris* spec.

Fig. 74. Muskel von *Asellus aquaticus.*

Fig. 75.–Fig. 80. Muskeln von *Lithobius forficatus:* wechselndes Aussehen der Haupt- und Nebenscheiben; Bildung der „Fibrillen"; Elemente der letzteren für sich bei sehr starker Vergrösserung (Fig. 77 und neben Fig. 78).

Fig. 81.–Fig. 86. Muskeln von Spinnen, *Lycosa* spec., *Dysdera* spec., *Segestria* spec.: schwammiges Mark mit Kernsäule; verschiedene Zustände der Rinde, wie sie sich im Leben und nach härtenden Flüssigkeiten darstellt; Fibrillen und auch deren quere Verbindung.

Fig. 87. Muskeln von *Hydrophilus piceus* (Larve): a und b Stäbchen und Körner; c bei sehr starker Vergrösserung, die Zwischenräume sind durchbrückt.

Fig. 88. Muskel von *Carabus auratus:* a) Wechsel im Aussehen von Hell und Dunkel der Schichten; b) Stäbchen und Körner, Netzbildung durch Längs- und Querverbindung.

Fig. 89. Ansatz des Muskelprimitivbündels an die Haut der Larve von *Hydrophilus piceus:* Cuticula, Matrixzellen, Auffranzung ihres hinteren Endes und Uebergang in den Muskel.

Fig. 90. Muskelprimitivbündel von der Larve *Corethra*, Bild des optischen Querschnittes im lebenden Zustande: zwischen den Säulchen deutliche Zwischenräume.

Fig. 91. Muskelprimitivbündel der Larve von *Tenebrio molitor*, im frischen

Zustande: es hat sich aus den Elementen der Haupt- und Nebenscheiben ein förmliches Gitterwerk entwickelt.

Fig. 92. Fig. 93. Fig. 94. Fig. 95. Thoracalmuskeln von *Melolontha vulgaris*, *Culex pipiens*, *Bombus terrestris*, *Musca vomitoria:* die sogenannten Fibrillen und die Zwischenkörner.

Tafel V.

Fig. 96. Querschnitt eines Muskelprimitivbündels der Larve von *Aeshna grandis* im frischen Zustande: helles, verzweigtes Lückensystem.

Fig. 97. Derselbe Querschnitt aus dem frischen Muskel nach Zusatz von Pikrinsäure: Felder und Zwischenräume.

Fig. 98. Stück eines Querschnittes vom gehärteten Muskelprimitivbündel der *Hyla arborea:* die Felder abermals zerlegt in Gruppen und auch diese durchsetzt von Hohlgängen. Sehr stark vergrössert.

Fig. 99. Querschnitt eines Primitivbündels aus dem Brusthautmuskel eines einjährigen Frosches (*Rana fusca*): ausser den zahlreichen kleinen Hohlgängen erscheint ein deutlicher grosser Mittelraum.

Fig. 100. Stück Augenmuskel von *Rana fusca*, frisch: Zwischenkörner zahlreich und theilweise von beträchtlicherem Umfang; nebenan zwei solcher Körner noch mehr vergrössert lassen Schichtungsstreifen erkennen.

Fig. 101. Muskelzelle der Larve von *Triton taeniatus:* Kern mit umgebendem Raum; Dotterplättchen; auftretende querstreifige Substanz.

Fig. 102. Muskelzelle der Larve von *Rana fusca*, weiter ausgewachsen, mit Kernvermehrung. Die Entstehung der Querstreifung aus dem Balkenwerk des Plasma nebenan für sich und unter stärkerer Vergrösserung.

Fig. 103. Zwei Muskelzellen der Larve von *Triton taeniatus*, im Begriff seitlich zusammenzuwachsen.

Fig. 104. Muskelprimitivbündel von *Musca vomitoria*, frisch: die hellen Zwischenräume, im Umriss an Bindegewebsspalten erinnernd, hängen zusammen mit jenen, welche die Kernreihen umschliessen.

Fig. 105. Drei Nervenfasern von *Aulocostomum nigrescens:* Fasergerüst und Nervensubstanz.

Fig. 106. Nervenstämmchen einer Spinne (*Segestria*) im frischen Zustande: gewöhnliche und zwei breite Nervenfasern, innen mit Fachwerk.

Fig. 107. Nervenstämmchen eines Myriopoden (*Geophilus electricus*) aus dem eben getödteten Thier: breite Nervenröhren zwischen jenen von gewöhnlichem Durchmesser; Fachwerk im Innern der Röhren.

Fig. 108. Nervenstämmchen der Larve von *Aeshna grandis:* cuticularer Theil des Neurilemms und dessen zellige Matrixlage; gefächerte Nervenröhren.

Fig. 109. Durch Pikrinsäure isolirte Nervensubstanz (Achsencylinder) von *Dy-*

tiscus marginalis: der zackig-fadige Rand steht wohl in Beziehung zum Fachwerk des Gerüstes.

Fig. 110. Aus einęm Nervenstamm des *Dytiscus marginalis:* das schwammige Wesen in der breiten, sich gabelnden Faser, nach Pikrinsäure zum Vorschein gekommen, ob bloss durch Gerinnung?

Fig. 111. Nerv von *Dytiscus marginalis:* auf dem Querschnitt die markumrandeten Röhren verschiedenen Durchmessers, dazwischen Kerne der Hüllen.

Fig. 112. Riesige Nervenfaser von *Astacus fluviatilis:* oben Hülle und ihr Kern von der Fläche, sonst beide im optischen Querschnitt; Achsenband der Nervensubstanz.

Fig. 112a. Zwei Fasern des Riechnerven der neugeborenen Katze, sehr ähnlich den Nerven der Wirbellosen.

Fig. 113. Nerv und Muskel von *Hylobius:* im Nervenhügel Kerne und Ausbreitung des von den Nervenfasern herkommenden Fachwerkes, dazwischen die Nervensubstanz.

Fig. 114. Theil des Nervenhügels stärker vergrössert: das Gerüstwesen verliert sich in das zarte Schwammwerk, welches die Kerne umgibt, die Nervensubstanz fliesst mit dem Plasma des Muskels zusammen.

Fig. 115. Nerv und Muskel von *Carabus auratus* bei gewöhnlicher Vergrösserung.

Fig. 116. Einzeln verlaufende Nervenfaser aus dem Schwanze der Larve von *Triton taeniatus:* Nervensubstanz eingescheidet in Zellen, die sich sowie ihre Kerne im optischen Längsschnitt darstellen.

Fig. 117. Drei Nervenfasern verbunden aus derselben Gegend der genannten Larve; Zellen und Kerne im Flächenbild.

Fig. 118. Nervenfasern von *Hyla arborea* quer durchschnitten, nehmen sich wie Röhren aus, deren Wand das geschichtete Mark bildet; im Innern der einen Röhre die Spuren eines Fachwerkes zugegen.

Fig. 119. Nervenfasern von *Rana fusca* mit Einschnürungen.

Tafel VI.

Fig. 120. Von der Rinde des Grosshirns der Amsel (*Turdus merula*), Nestvogel: netzige „Grundsubstanz"; Hohlräume und Kerne; ein Capillargefäss.

Fig. 121. Von der Rinde des Grosshirns der neugeborenen Katze: „Grundsubstanz"; Kerne; Ursprung von Nerven.

Fig. 122. Ursprung einer Nervenfaser für sich dargestellt.

Fig. 123. Aus der grauen Substanz des Rückenmarkes der neugeborenen Katze: Ganglienkugel und Umgebung; Blutcapillargefäss.

Fig. 124. Eine andere Ganglienkugel sammt nächster Umgebung ebendaher.

Fig. 125. Stück der grauen Substanz des Rückenmarkes der neugeborenen Katze, durchbrochen von Hohlgängen, in denen zum Theil Blutgefässe verlaufen.

Fig. 126. Ganglienkugel sammt Neurilemm aus einem Spinalganglion des Halses der neugeborenen Katze.

Fig. 127. Das Neurilemm — homogene Grenzhaut und Matrixlage — von der Fläche.

Fig. 128. Zwei der Matrixzellen und ihre cuticulare Abscheidung für sich in verschiedener Ansicht.

Fig. 129. Aus dem Gehirn der Larve von *Salamandra maculosa:* die Ausläufer der Ganglienzellen verbinden sich mit dem Netzwerk der „Grundsubstanz“.

Fig. 130. Aus dem Rückenmark desselben Thieres, gehärtet in Pikrinsäure: die im Maschenwerk des Stieles der Ganglienkugel enthaltene homogene Substanz stellte sich als Axencylinder dar.

Fig. 131. Bündel markloser Nervenfasern aus dem Gehirn der Larve von *Salamandra maculosa*, durch Fachwerk und Inhalt an die Elemente des Nervus olfactorius erinnernd.

Fig. 132. Punktsubstanz und Nervenursprünge aus dem Gehirn von *Formica* spec.: Gerüstwerk und Hyaloplasma.

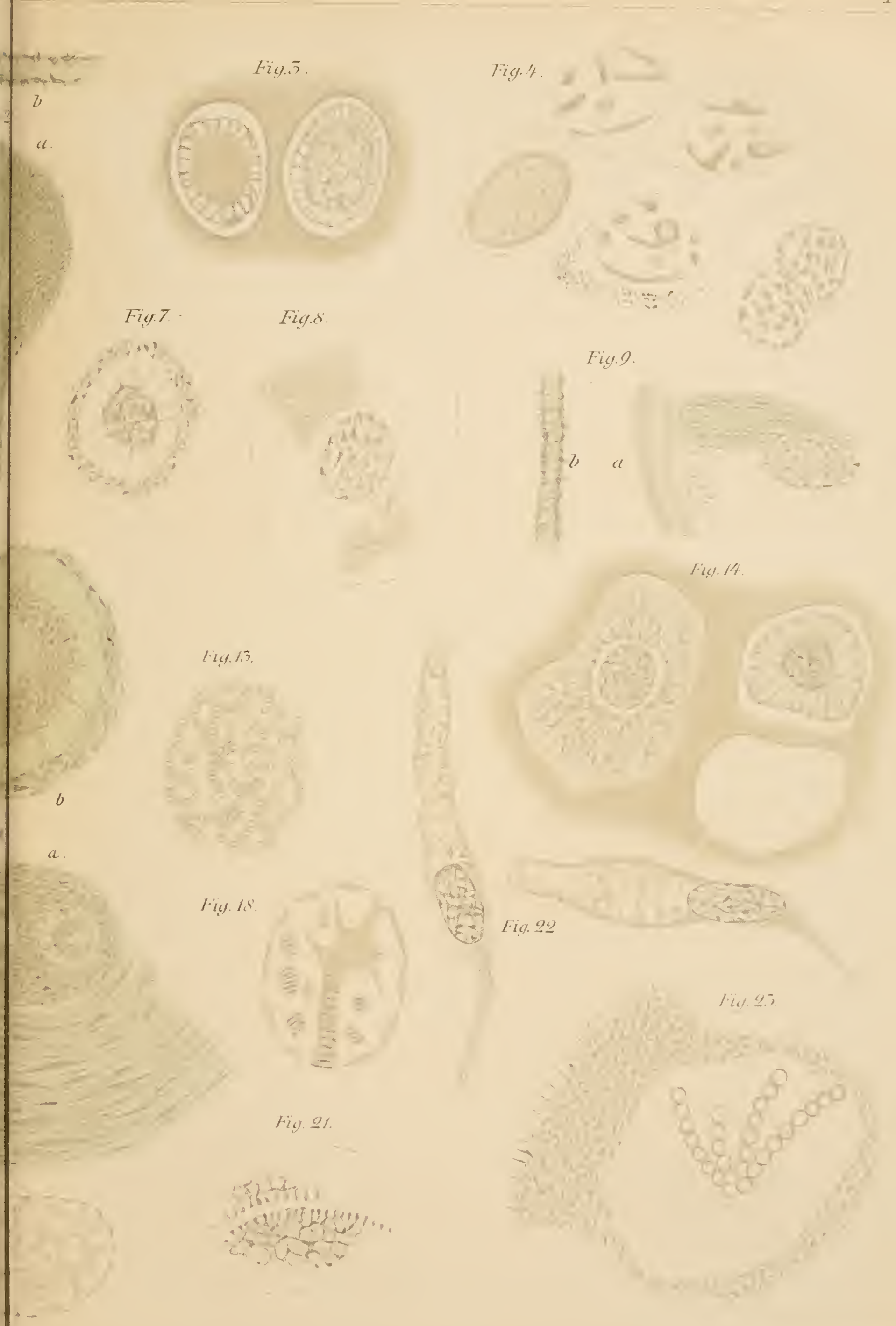
Fig. 133. Riesige Nervenfasern aus dem Bauchmark von *Lumbricus.*

Register.

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.

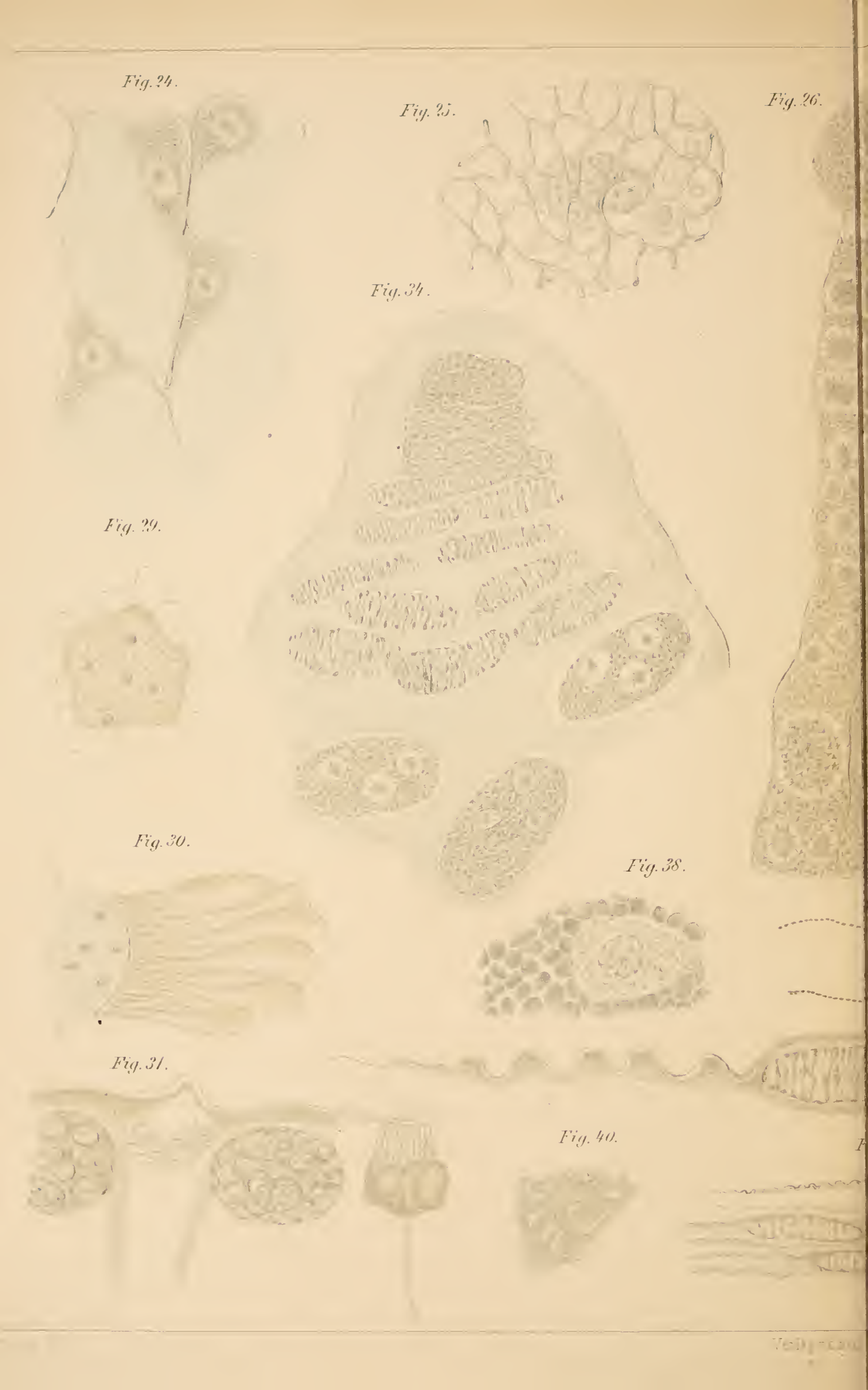



Fig. 1.
Fig. 5.
a
b.
Fig. 6.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 15.
Fig. 17.
b
Fig. 16.
a
Fig. 19.
Fig. 20.


Fig.3.
Fig.4.
b
a.
Fig.7.
Fig.8.
Fig.9.
b
a
Fig.14.
Fig.13.
b
a.
Fig.18.
Fig.22
Fig.23.
Fig.21.






Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 34.
Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 38.
Fig. 31.
Fig. 40.


Taf.
Fig. 27.
Fig. 28.
a
b
Fig. 35.
Fig. 33.
Fig. 39.
g. 42.
Fig. 32.
Fig. 37.
6.
Fig. 41.







Fig. 43.
Fig. 44.
Fig. 51.
Fig. 52.
Fig. 47.
Fig. 56.
Fig. 53.

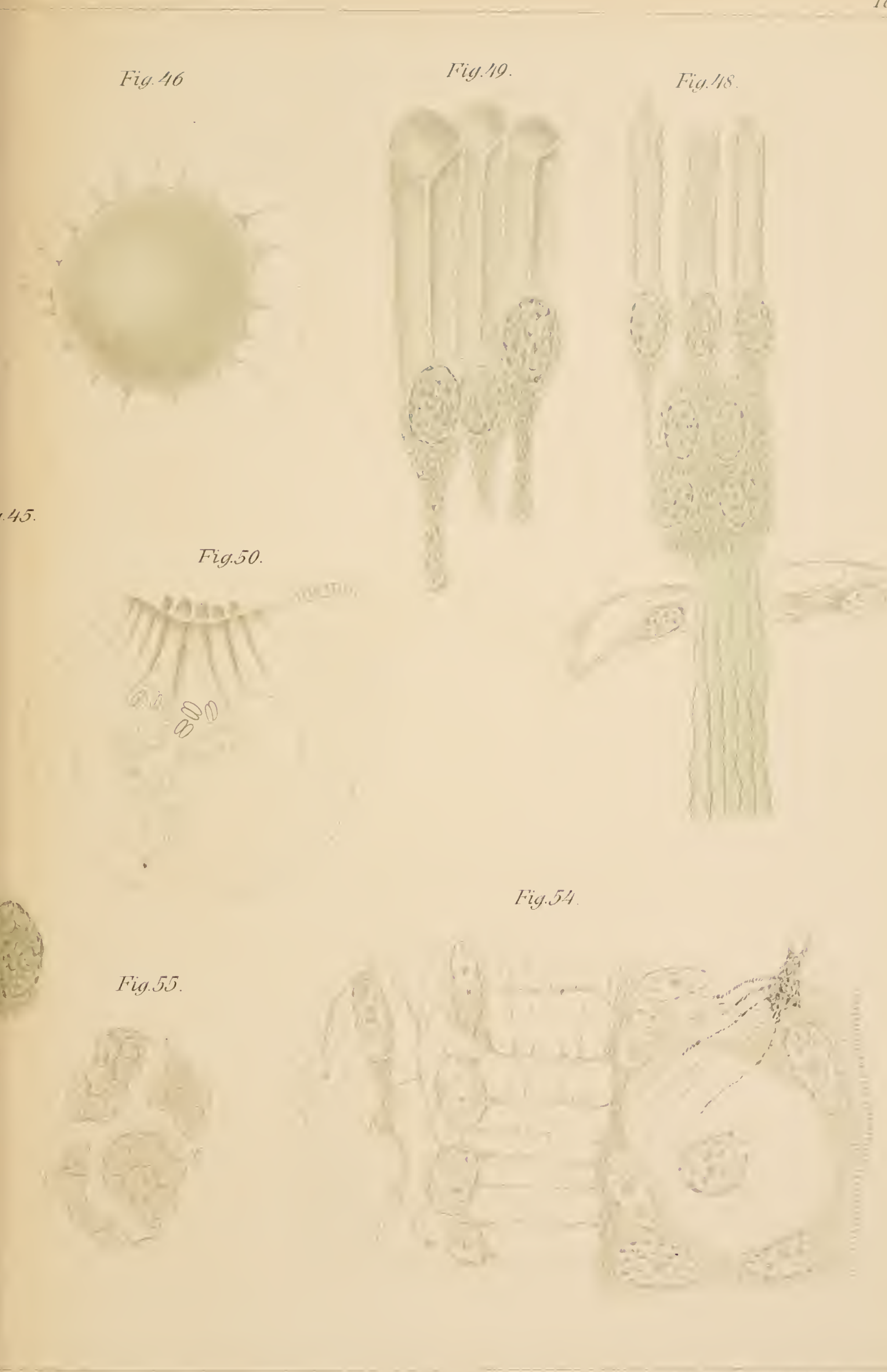


Fig.46
Fig.49.
Fig.48.
.45.
Fig.50.
Fig.54.
Fig.55.







Fig. 59.
Fig. 70.
b
Fig. 71.
Fig. 72.
Fig. 61.
Fig. 78.
Fig. 75.
Fig. 76.
Fig. 79.
Fig. 80.
Fig. 77.
Fig. 87.
Fig. 63.
a
b
c
Fig. 89.
Fig. 88.
Fig. 68.
a
b
Fig. 90.
Verlag v Em



rauss, Bonn.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipz







Fig. 112

Fig. 114

Fig. 116

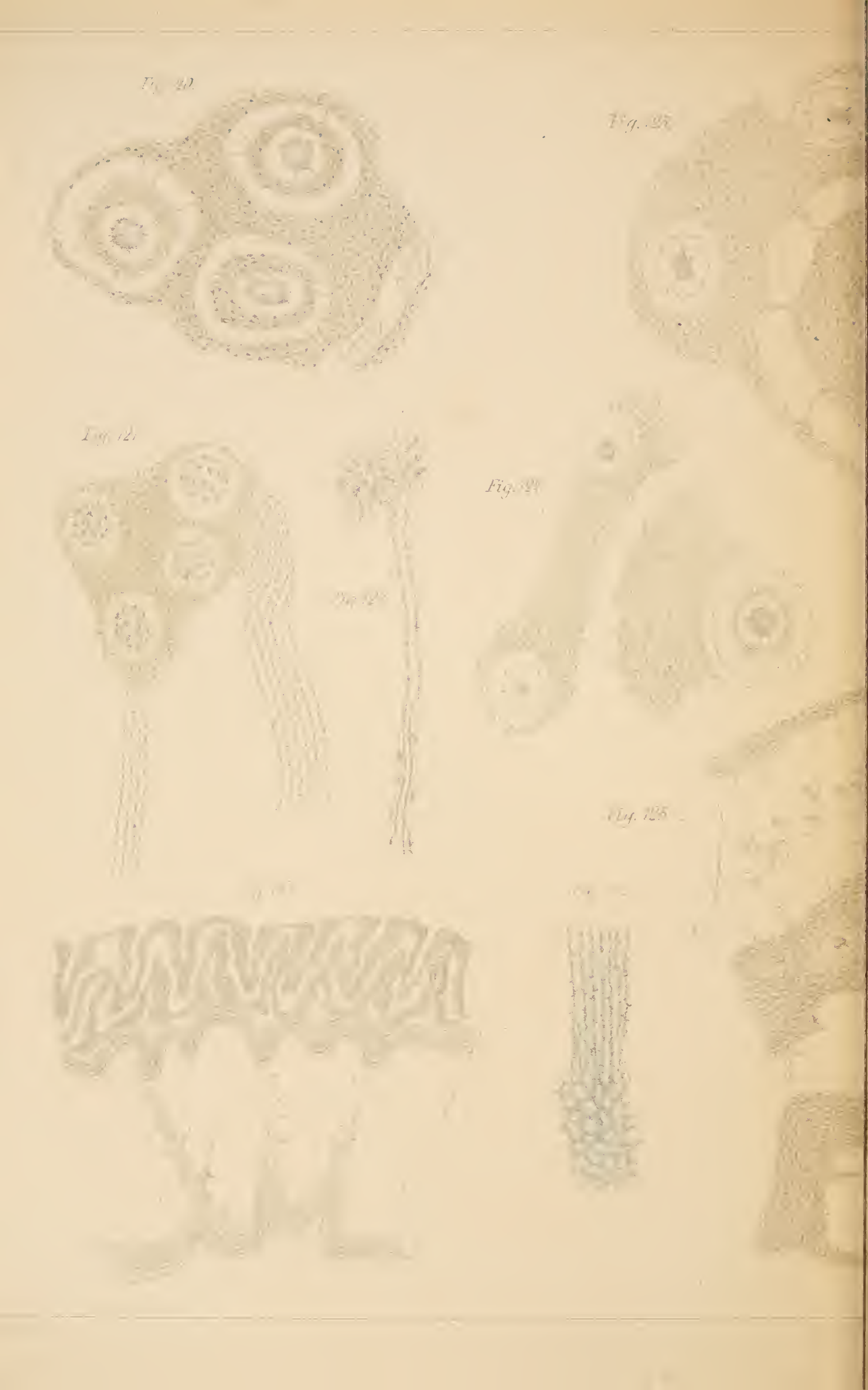
Fig. 117

Fig. 118

Fig. 110







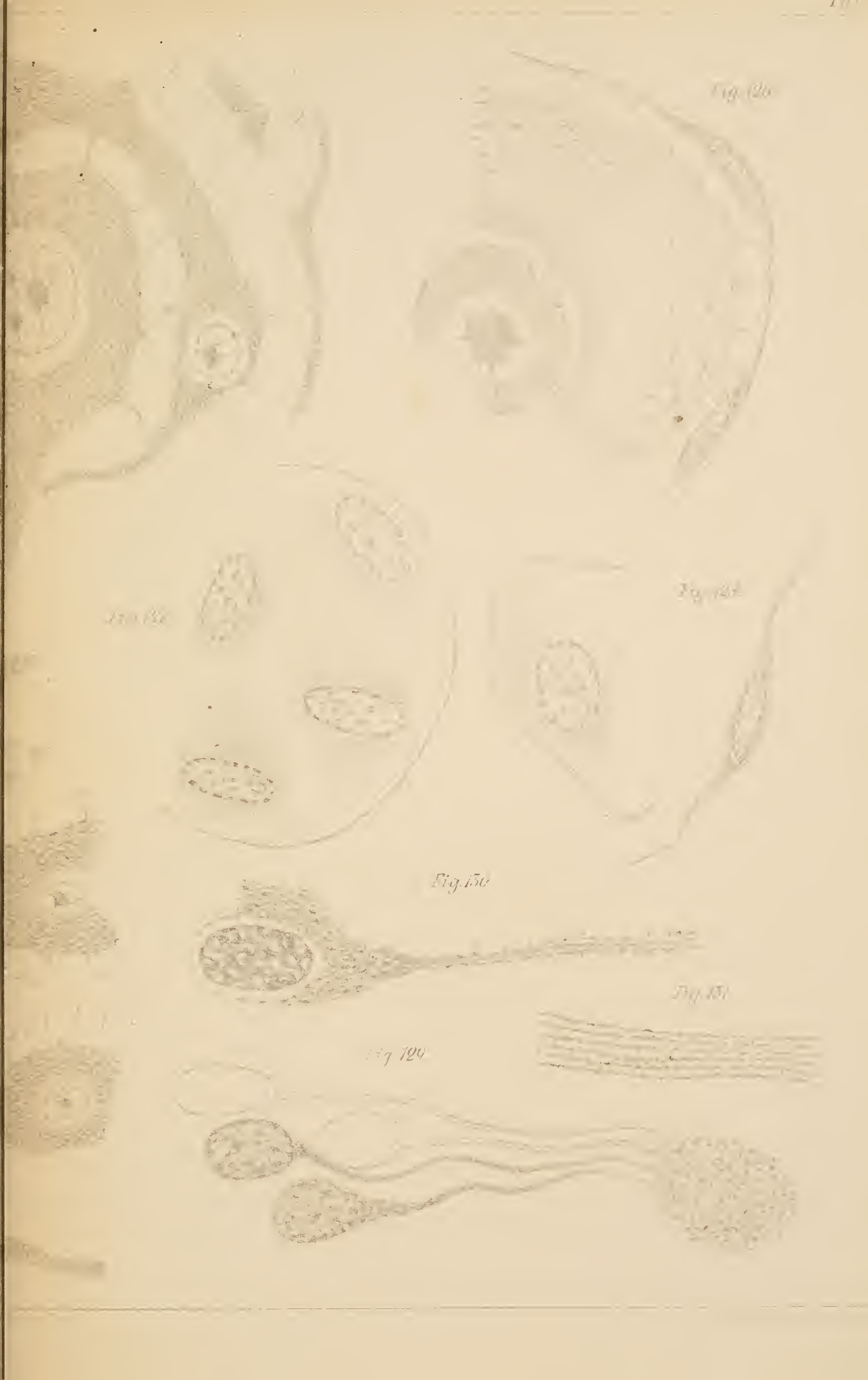


Fig. 130
Fig. 129








CIENEGA BLVD. LOS ANGELES
815 N. LA
Zeitlin &
Ver Brugge



Von demselben Verfasser sind in gleichem Verlage erschienen:

Die

augenähnlichen Organe

der Fische

anatomisch untersucht.

Mit zehn lithographischen Tafeln. gr. 8⁰. Kartonnirt. 1881.

Preis ℳ 13.50.

Untersuchungen

zur

Anatomie und Histologie

der Thiere.

Mit acht lithographischen Tafeln. gr. 8⁰. Kartonnirt. 1883.

Preis ℳ 20.—

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.